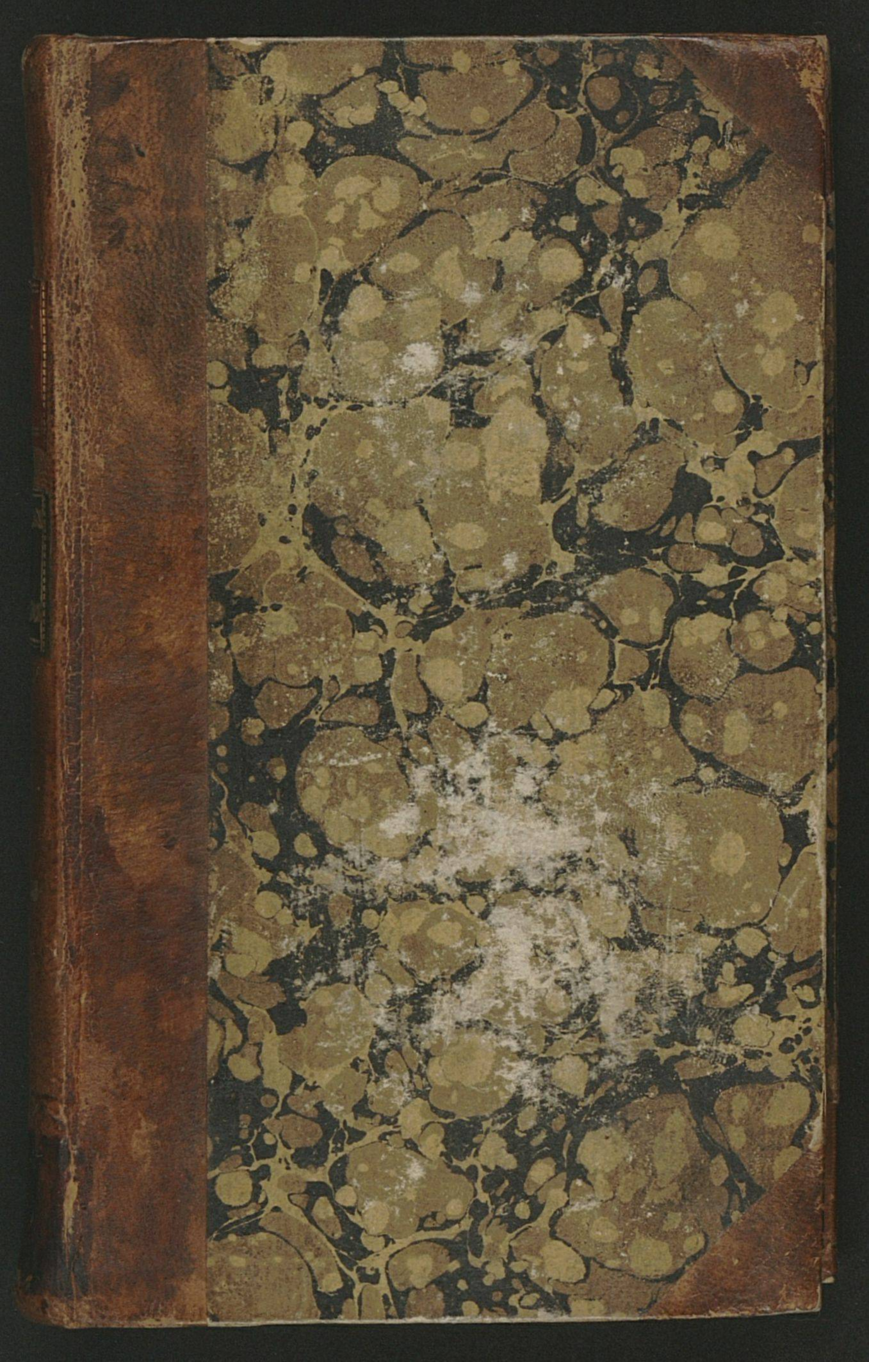
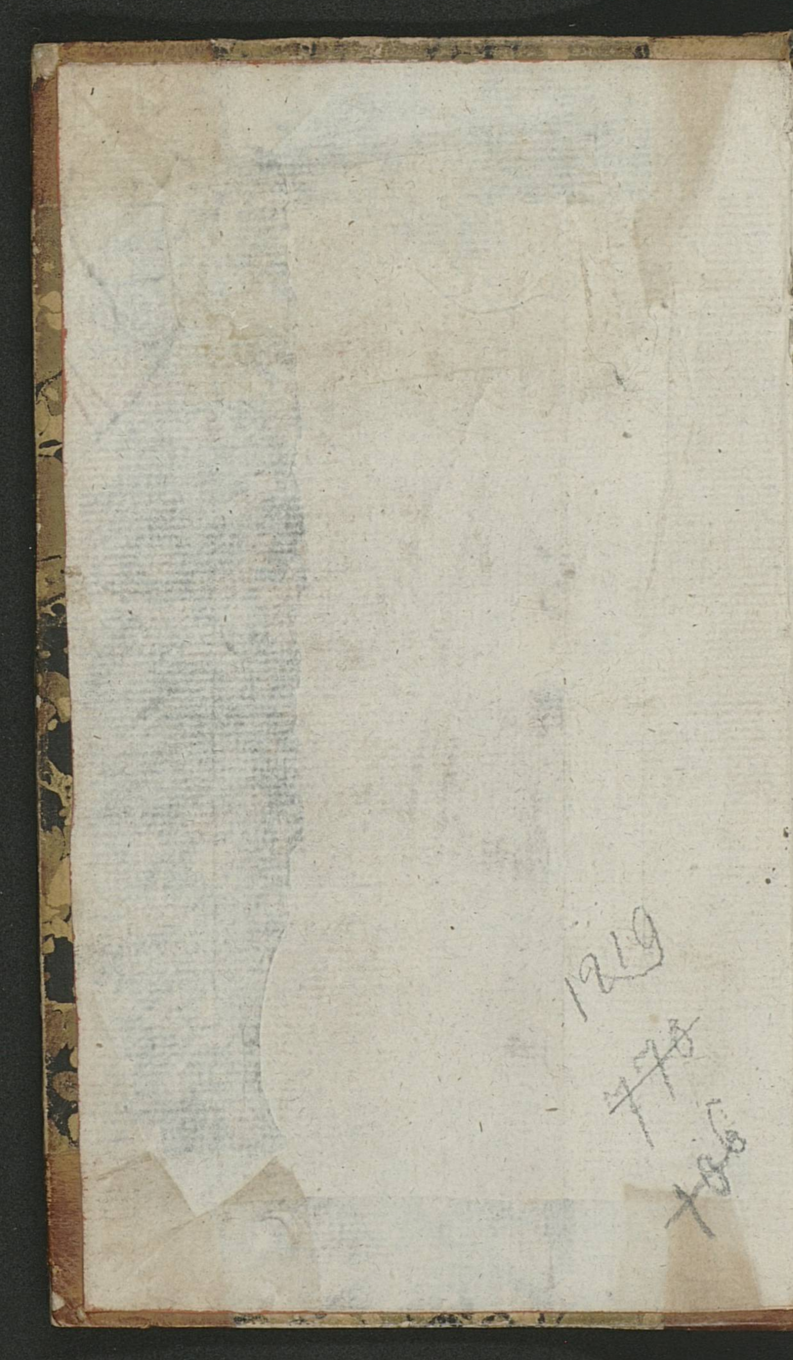




LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

Par M. l'Abbé NOLLET, *de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfants de France, & Professeur Royal de Physique Expérimentale au College de Navarre.*

TOME SIXIEME.

Seconde Edition.



A PARIS,
Chez HIPPOLYTE-LOUIS GUERIN, & LOUIS-FRANÇOIS DELATOUR, rue S. Jacques, à S. Thomas d'Aquin.

M. DCC. LXV. [1765]

Avec Approbation & Privilege du Roi.


BIBLIOTHÈQUE EPF LAUSANNE

EXTRAIT DES REGISTRES
de l'Académie Royale des Sciences.

Du 18 Janvier 1764.

MOnfieur BEZOUT & moi, qui avions été nommés pour examiner *le fixieme Volume des Leçons de Phyfique Expérimentale* de M. l'Abbé NOLLET, en ayant fait notre rapport, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impreffion : en foi de quoi j'ai figné le préfent Certificat. A Paris, ce 18 Janvier 1764.

GRANDJEAN DE FOUCHY,
Secretaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.

On trouvera le Privilege dans les Volumes précédents.

AVIS AU RELIEUR.

Les Planches doivent être placées de maniere qu'en s'ouvrant elles puiſſent ſortir entiérement du Livre, & ſe voir à droite dans l'ordre qui ſuit.

TOME SIXIEME.

	Pages.	*Planches.*
XVIII. LEÇON.	8	1
	12	2
	44	3
	62	4
	74	5
	96	6
	144	7
XIX. LEÇON.	176	1
	184	2
	194	3
	210	4
	228	5
XX. LEÇON.	250	1
	310	2
	338	3
	350	4
	382	5
XXI. LEÇON.	468	1
	486	2
	504	3



LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

XVIII. LEÇON.

Sur les mouvements des Aſtres & ſur les Phénomenes qui en réſultent.



APRE's avoir traité de la lumiere dans les deux dernieres Leçons, il convient de donner dans celle-ci une idée des corps céleſtes qui en ſont comme la ſource principale, & de faire connoître les diverſes révolutions, ſoit réelles ſoit apparentes, qui nous les montrent ſucceſſivement ſous différentes phaſes, & en diffé-

XVIII. LEÇON.

XVIII. LEÇON. rents lieux du Ciel. Rien assurément n'est plus digne de notre curiosité que ce brillant spectacle, que la nature fait éclater nuit & jour à nos yeux ; il est si beau, il est si magnifique, & le globe que nous habitons en est une si petite partie, qu'en y réfléchissant, un homme modeste n'oseroit croire qu'un si grand appareil ait été fait uniquement pour lui & pour ceux de son espece.

Quel dut être l'étonnement de la créature raisonnable qui apperçut pour la premiere fois tant de merveilles autour d'elle ! Avec quel intérêt, avec quelle attention les premiers habitants de la terre ne dûrent-ils pas remarquer la variété de tous ces grands luminaires, leurs disparitions, leurs retours, l'accroissement & la diminution successive des uns, la splendeur constante & inaltérable des autres ! Faut-il s'étonner que l'Astronomie soit aussi ancienne que le monde; que nous devions les premiers éléments de cette science à des gens grossiers, & qui n'avoient probablement pour toute disposition à cette étude, que beaucoup de loisir, &

la néceſſité de paſſer la nuit dans les champs ? [a]

La curioſité ſeul auroit fait ſans doute des Aſtonomes : mais l'inſpection des aſtres & la connoiſſance de leurs mouvements offroient aux hommes un avantage précieux, qu'ils ne pouvoient avoir autrement ; elles leur offroient un moyen commode de meſurer la durée de leur vie & celle de tout ce qui ſe paſſe dans la nature ; les heures, les jours, les mois, les années, les ſiecles, &c. ne ſont autre choſe que des portions de temps indiquées, meſurées par les révolutions périodiques du ſoleil, de la lune, des étoiles &c ; ſans cela tous ces mouvemens artificiels que nous nommons *Horloges*, ne nous ſeroient preſque d'aucune utilité, parce que n'étant juſtes que par imitation, ils ne le ſeroient plus, s'ils n'avoient point de modeles.

(*a*) On croit communément que ce furent les bergers de Chaldée, qui commencerent à obſerver le Ciel avec méthode, ils y furent invités par la beauté de l'objet ; & la néceſſité de veiller à leurs troupeaux parqués pendant la nuit, leur en offrit l'occaſion & le loiſir.

XVIII. LEÇON. Enfin la grandeur majeſtueuſe du firmament, la magnificence & l'harmonie qui regnent dans toutes ſes parties, ſont autant de prodiges qui nous rappellent ſans ceſſe la profonde ſageſſe & la toute-puiſſance du Créateur, & qui nous invitent à le reconnoître & à le glorifier : *Cæli enarrant gloriam Dei*, *&c.*

Ce n'eſt point un Traité d'Aſtronomie que j'entreprends de donner ici : nous en avons qui ſont écrits en François & de main de maîtres ([a]); j'y renvoie ceux qui ſe deſtinent à être Aſtronomes de profeſſion, ou qui voudront s'inſtruire plus amplement de ce qui concerne le Ciel, & apprendre les différentes méthodes, par leſquelles on acquiert & l'on perfectionne cette ſcience : je n'ai en vue pour le préſent que les perſonnes du monde à qui il convient de ſavoir ce qu'il y a de plus commun

(*a*) Elémens d'Aſtronomie, par feu M. de Caſſini. 1740.
Inſtitutions aſtronomiques, par M. Lemonnier. 1746.
Leçons élémentaires d'Aſtronomie, par feu M. de la Caille. 1761.
Aſtronomie de M. de la Lande. 1764.

& de plus intéressant dans cette matiere, & qui n'ont pas le loisir ou la commodité de puiser ces connoissances dans les sources.

Je supposerai cependant que l'on connoît les principaux cercles de la sphere céleste, leur correspondance avec ceux qu'on a imaginés pour diviser la surface de la terre, les degrés de longitude & de latitude &c, parce que ce sont autant de connoissances qu'on ne manque gueres de faire entrer dans la premiere éducation, & que l'on trouve dans tous les traités les plus élémentaires de Géographie.

Systême astronomique.

ATTRIBUER aux corps célestes, des grandeurs, des positions, des distances, des mouvements tels qu'on en puisse tirer une explication plausible de tous les changements périodiques qu'on observe dans le Ciel, voilà ce qu'on appelle faire un systême Astronomique : il est à présumer que les premiers Observateurs ont été tentés d'en faire, & qu'on en a fait beaucoup avant que d'en trouver un qui pût s'accorder passablement avec les observations, &

XVIII. Leçon.

avec les idées que les Phyſiciens avoient conçues des reſſorts de la nature; & comme par ſucceſſion de temps les uns & les autres ont acquis de nouvelles connoiſſances, tel ſyſtême Aſtronomique avoit pû paroître d'abord très-heureuſement imaginé, qui par la ſuite s'eſt trouvé fort défectueux, ſoit parce qu'il ne quadroit plus avec les nouveautés qu'on découvroit de jour en jour, ſoit parce qu'il ſuppoſoit des choſes dont on avoit reconnu l'impoſſibilité.

Tel fut par exemple celui qu'on attribue à Ptolomée ([a]), qui prenant toutes les apparences pour des réalités, faiſoit tourner les Cieux en 24 heures autour de la terre, mouvement dont la rapidité a paru preſqu'inconcevable & hors de vraiſemblance quand les diſtances des Aſtres à la terre ont été mieux connues. ([b])

(*a*) Célébre Mathématicien du deuxiéme ſiécle qui vivoit en Egypte.

(*b*) Un corps qui tourne réellement autour d'un centre fait, par chaque révolution, un trajet dont l'étendue égale plus de ſix fois celui qu'il auroit à faire, pour aller directement au centre de la circulation; d'où il ſuit que ſi la

Je regarde comme une chose inutile de rappeller ici les hypothèses de cette espece, qui sont tombées en discrédit, & de rapporter les raisons qui les ont fait rejetter : je m'arrêterai tout d'un coup à celle qui convient le mieux à mon dessein, & qui est généralement reçue aujourd'hui. Je suivrai la doctrine de Copernic ([a]) perfectionnée par Kepler & par les Astronomes de nos jours ; & pour la rendre plus sensible, & représenter plus aisément les différents mouvements qu'on attribue aux

distance du corps *A* au point C, (*Fig.* 1.) est grande, & que la durée de la révolution entiere soit petite ; comme cela est pour la plupart des Astres, la circonférence *A B D*, qu'il a à décrire, exige de lui qu'il se meuve avec une rapidité excessive & peu naturelle, qu'on ne doit point supposer quand on peut s'en passer.

(*a*) Grand Mathématicien né à Thorn dans la Prusse Royale sur la fin du quinzieme siécle. Il n'est pas le premier inventeur du systême qu'il a publié : fort long-tems avant lui on avoit pensé à faire tourner toutes les planetes autour du Soleil ; mais il a perfectionné ces idées ; & après lui Kepler, autre Astronome Allemand ; & Galilée, Philosophe Italien, y ont fait encore beaucoup d'améliorations.

XVIII. LEÇON.

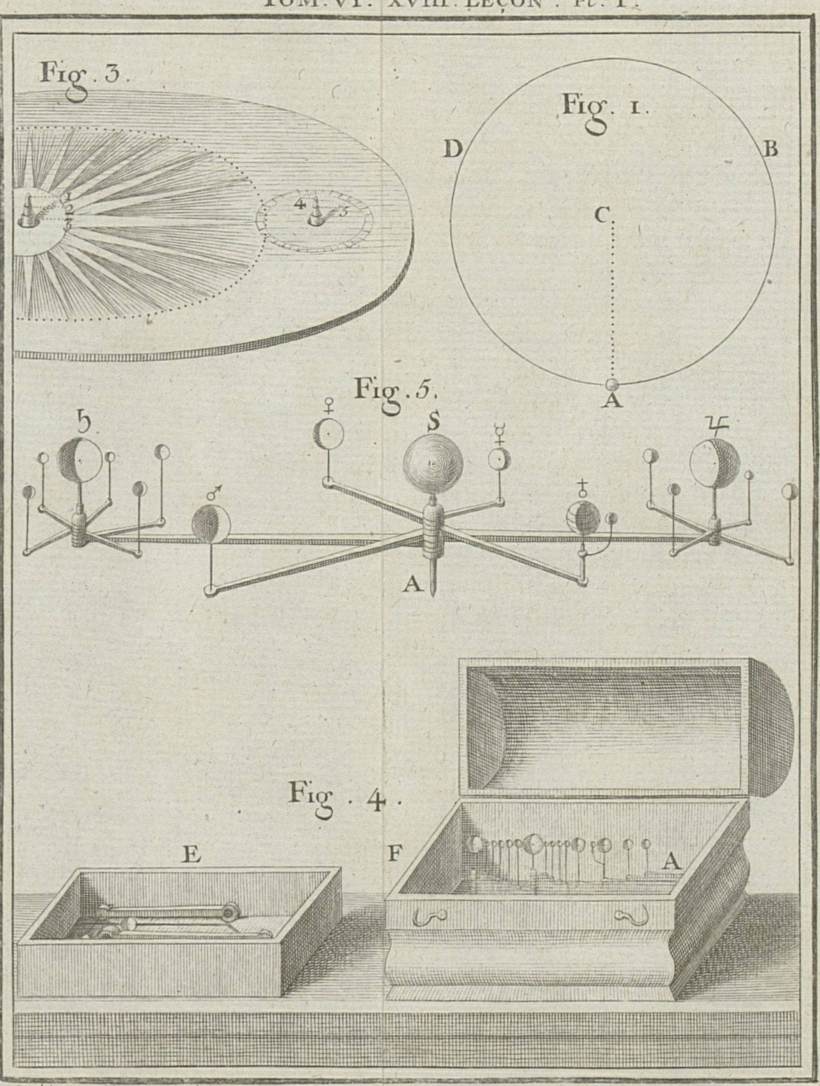
Planétaire ou orrerie.

corps céleftes, je ferai ufage d'un inftrument que je nomme *Planétaire* & que j'ai imité des *Orreries* ([a]) des Anglois : c'eft une efpece de tambour à douze faces ou côtés (*Fig.* 2.) dans l'intérieur duquel eft un affemblage de roues & de poulies, que l'on met en jeu par le moyen d'une manivelle.

Le deffus de ce tambour eft une platine de métal ordinairement peinte en bleu ; elle eft mobile fur fon centre, qui eft traverfé par une tige d'acier forée, longue d'un pouce & demi ou environ, & revêtue de deux canons de cuivre, l'un plus court que l'autre.

Ces deux canons qui tournent librement l'un dans l'autre & fur la tige d'acier, reçoivent fucceffivement différentes pieces qui font mifes en mouvement par le rouage mentionné ci-deffus.

(*a*) Le feu Docteur Defaguilliers qui faifoit conftruire de ces inftruments pour les amateurs, m'a dit qu'il les nommoit ainfi, parce que Milord Orreri, feigneur Anglois, qui avoit du goût pour l'Aftronomie, étoit un des premiers qui en eût fait faire, & qui les avoit mis en vogue.



Gobin del. et Sculp.

Vers le bord de la grande platine est un cercle divisé en autant de parties qu'il y a de jours au mois de la Lune, & au centre duquel passe encore une tige d'acier autour de laquelle se meut librement un canon de cuivre. La tige & le canon reçoivent certaines pieces dont nous parlerons par la suite, & leur communiquent des mouvements, quand on fait tourner la platine. Voyez la *Figure* 3. qui représente 1, la tige d'acier forée au centre de la platine bleue: 2, le canon qui recouvre immédiatement cette tige: 3, le canon extérieur: 4, la tige qui est au centre du cercle lunaire: 5, le canon qui recouvre environ la moitié de la longueur de cette tige.

La platine bleue tourne horizontalement dans un grand cercle qui forme le bord du tambour; ce cercle a un pouce ½ de largeur, & porte deux divisions, l'une de 360 parties avec les 12 signes du Zodiaque, & l'autre de 365 parties avec les 12 mois de l'année.

Ce premier cercle est surmonté de deux autres tout-à-fait semblables &

élevés parallélement au-dessus de lui à la distance de 8 degrés chacun; pour comprendre toute la largeur de cette Zone du Ciel étoilé, qu'on nomme le *Zodiaque*, celui du milieu représentant *l'Ecliptique*.

Les trois cercles sont percés d'un trou rond chacun au signe du Bélier, & c'est par-là qu'on fait descendre la tige de la manivelle sur un quarré qui déborde un peu le plan du second cercle, pour faire tourner la grande platine.

Quand on veut faire tourner les canons 2 & 3 qui sont au centre, avec les pieces dont ils sont chargés, on fait entrer la tige de la manivelle dans un trou pratiqué à celui des côtés du tambour où est peint le signe du Bélier, & quand on a pris la précaution de faire répondre une marque * qui est au bord de la platine bleue justement à une pareille marque qui est au bord intérieur du premier grand cercle, la tige de la manivelle entre sur un quarré qui se présente à elle, & par lequel elle mene le rouage.

Toutes les pieces qui dépendent

de cette machine ſont renfermées dans un coffret *E*, *F* (*Figure* 4.) & diſtinguées par des lettres : nous les ferons connoître à meſure que nous aurons occaſion de les mettre en uſage.

Dans cette machine, comme dans toutes celles qui ont été faites juſqu'à préſent pour repréſenter les mouvements des corps céleſtes, il n'a pas été poſſible d'obſerver les proportions de grandeurs ni de diſtances ; pour y ſuppléer en quelque façon, j'ai fait peindre les planetes principales & le ſoleil ſur la grande platine, avec leurs grandeurs relatives ; & les ſatellites de Jupiter & de Saturne, avec leurs orbites proportionnées.

Je ne puis m'empêcher de remarquer ici que le planétaire dont je fais uſage a un avantage très-conſidérable ſur les Spheres mouvantes qu'on a faites en France & ailleurs depuis 50 ou 60 ans. Dans celles-ci, on s'eſt piqué de repréſenter tout à la fois, & de faire voir d'un coup d'œil tout le ſyſtême céleſte en mouvement. C'eſt une choſe agréable &

XVIII. LEÇON.

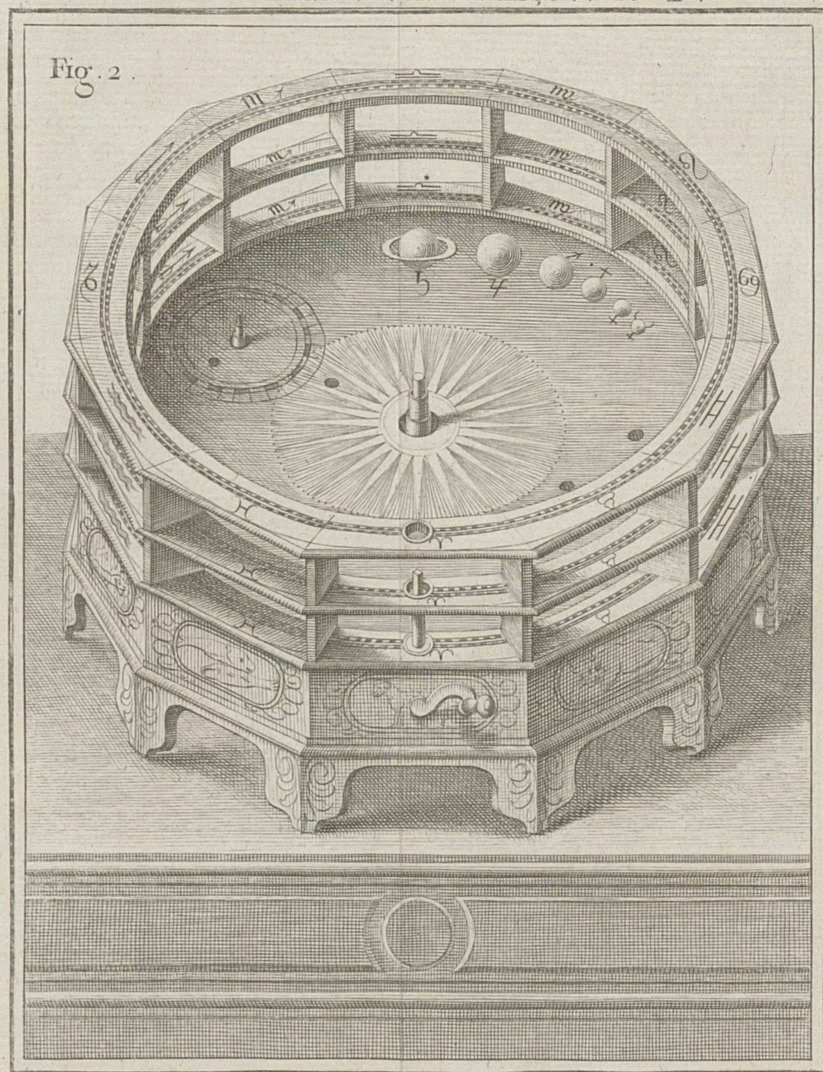
curieuse pour quiconque l'entend & le connoît déja : mais un instrument qui exécute en particulier chaque espece de mouvement & de révolution, & qui ne met sous les yeux du spectateur, que ce qu'on a dessein de lui faire comprendre, me semble plus utile, pour rendre sensibles les premiers principes d'Astronomie à ceux qui n'en ont encore aucune notion, & qui ont peine à les saisir quand leur attention se trouve partagée : c'est précisément ce que l'on trouve dans celui-ci, & l'expérience de 30 années m'a prouvé que cet avantage est réel.

I. SECTION.

Dans laquelle on donne une idée générale des Phénomenes célestes, selon le systême de Copernic.

PREMIERE OPERATION.

AYANT placé le Planétaire sur une table dans un lieu éclairé, prenez dans le coffret la piece *A*,


Fig. 2.

Gobin del. et Sculp.

qui eſt repréſentée ſéparément par la *Figure 5*; faites entrer ſa tige de fer dans la broche forée qui eſt au centre de la platine bleue; dirigez toutes les branches vers différentes parties du Zodiaque, & tournez les boules de façon que tous les hémiſpheres blancs regardent la boule dorée qui eſt au centre.

Imaginez alors que vous avez ſous les yeux une coupe diamétrale de notre Univers; que de tout le Ciel des étoiles, on n'a reſervé, que cette bande qu'on nomme le *Zodiaque*, le reſte des deux hémiſpheres étant ſupprimé; que le Soleil repréſenté par la boule dorée *S*, occupe le centre de ce vaſte eſpace; qu'autour de lui & à différentes diſtances, tournent toutes les planetes; ſçavoir Mercure, Vénus, la Terre, la Lune, Mars, Jupiter & Saturne avec leurs Satellites.

Vous reconnoîtrez ces Planetes à leurs caracteres, & vous imiterez leurs différentes révolutions en faiſant tourner avec la main les branches de cuivre qui les portent; de ſorte que ſi elles laiſſoient des traces

XVIII. LEÇON.

de leur mouvement, vous auriez six cercles concentriques autour de la boule dorée, 1 autour de la terre, 4 autour de Jupiter, & 5 autour de Saturne. Voyez la *Fig.* 6. [a]

APPLICATIONS.

CETTE représentation, toute imparfaite qu'elle est, aidera beaucoup une personne qui n'est point initiée, à comprendre ce que nous avons à dire de la nature, du nombre, de la figure, de la grandeur, des phases, des positions respectives, des mouvements de tous les corps célestes.

Nous devons distinguer deux sortes d'astres : les uns lumineux par eux-mêmes brillent de toutes parts & illuminent tout ce qui les environne, jusqu'à une certaine distance ; tel est le Soleil, telles sont les Etoiles qu'on appelle *fixes*. Les autres

(*a*) Ceci ne doit être pris que comme une esquisse grossiere ; nous verrons par la suite que les révolutions des Planetes ne se font point dans des cercles concentriques, pas même dans des cercles.

ſont des corps opaques, comme la terre que nous habitons, & ne deviennent lumineux qu'en réfléchiſſant la lumiere qui leur vient d'un autre aſtre. C'eſt pour cela que nous repréſentons ici le Soleil par une boule dorée dans toute ſa ſurface ; & les Planetes, par d'autres boules moitié noires & moitié blanches, pour ſignifier qu'elles ne ſont lumineuſes que par celui de leurs hémiſpheres qui eſt tourné directement vers le Soleil.

Les Etoiles s'appellent fixes: ce n'eſt point qu'elles ſoient abſolument immobiles; elles ont au moins des mouvements apparents, puiſque nous les voyons tous les jours ſe lever & ſe coucher, &c ; mais c'eſt que toutes leurs révolutions ſe font ſans qu'elles changent de poſition, reſpectivement les unes aux autres: conſidérez les 7 Etoiles qu'on nomme le *chariot* ou la *grande ourſe ;* elles ſont toujours arrangées de la même maniere : il en eſt de même des autres.

Planete ſignifie *aſtre errant:* ce n'eſt pas pour faire entendre que les Planetes n'ont point de mouvement ré-

XVIII. LEÇON.

glé, ni qu'elles se meuvent au hazard; on les a nommées ainsi, par opposition aux Etoiles, qui, comme nous l'avons dit, marchent toutes ensemble d'un mouvement commun; au lieu que celles-ci changent continuellement d'aspects entre elles, les unes allant plus vîte que les autres, & faisant leurs révolutions entieres en moins de temps.

En considérant le Ciel pendant une belle nuit, nous croyons voir toutes les étoiles attachées à une voûte bleue; & il nous semble que la terre sur laquelle nous sommes, est justement au centre de ce vaste hémisphere; il y a pourtant bien à rabattre de ces apparences.

Ces astres, qui nous paroissent fixés à la concavité d'une même sphere, il faut croire qu'ils sont placés à différentes distances de nous, dans la profondeur immense de l'espace créé; & c'est probablement une des raisons par lesquelles les uns nous semblent plus petits que les autres.

L'espace qui est entre deux étoiles n'offrant à nos yeux aucun corps éclairé ni éclairant, devroit nous paroître

roître parfaitement noir, comme il arrive lorſque nous regardons dans un trou très-profond d'où il ne vient aucune lumiere. Si le Ciel nous paroît bleu, ce n'eſt pas lui qui eſt cauſe de cette apparence, c'eſt notre atmoſphere ; c'eſt ce fluide composé d'air & de vapeurs, qui ſe fait appercevoir, en réfléchiſſant vers nos yeux des rayons de lumière qui n'ont point la force de percer ſon épaiſſeur : ceci demande d'être expliqué un peu davantage.

La lumiere telle qu'elle nous vient des aſtres, eſt composée de rayons de différentes couleurs comme nous l'avons prouvé d'après Newton ; & parmi ces différentes eſpeces de lumieres, les plus foibles, les plus réflectibles ſont celles qui nous font voir les objets bleus & violets. La lumiere des aſtres réfléchie par la ſurface de la terre, ſe jette dans l'atmoſphere, en reprenant la route du Ciel ; mais comme ce fluide qui nous enveloppe de toute part, a une épaiſſeur conſidérable, il n'y a que les rayons les plus forts, tels que les rouges, les jaunes, & peut-être les

XVIII. LEÇON.

verts, qui la traversent entiérement; les bleus & les violets trop foibles pour avoir le même sort, sont renvoyés vers la terre par le fluide même, qu'ils n'ont pu percer, & nous le font voir, sous la couleur qui leur est propre.

Si l'on trouve que cette explication ait besoin d'être soutenue par quelque exemple; entre plusieurs que je pourrois citer, j'en choisis un que tout le monde peut observer: si vous rencontrez une piece d'eau bien claire, profonde de douze à quinze pieds, & dont le fond soit brun ou noir, elle vous paroîtra toujours d'un bleu violet. Cet effet est si marqué, que quoique je m'y attendisse, je n'ai pu m'empêcher de puiser de pareille eau dans un verre à boire, pour m'assurer qu'elle ne contenoit aucune matiere étrangere qui lui pût donner cette teinte. De tous les rayons de lumiere qui pénétrent dans une pareille masse, il n'y a que les rouges, les jaunes &c, qui arrivent au fond, & qui n'en reviennent point, si ce fond est de nature à les éteindre: les bleus, les violets,

&c, qui ne vont point jusques là, sont renvoyés vers l'œil du spectateur.

Quand l'air est chargé de brouillard, le Soleil & la Lune nous paroissent rouges, parce que de tous les rayons de lumiere que ces deux astres nous envoient, il n'y a alors que les plus forts qui percent jusqu'à nous. En pareil cas, notre globe avec son atmosphere doit paroître d'une couleur pâle & tirant sur le bleu, aux habitants de la Lune, s'il y en a.

Si nous nous croyons au centre de toutes ces étoiles qui nous entourent, & qui forment, par leur assemblage, ce que nous appellons *le Ciel* ou *le Firmament*, c'est qu'elles environnent un espace si prodigieusement étendu, que la distance qui nous sépare du vrai centre de cet Univers ne doit être comptée presque pour rien, quoique suivant l'estimation commune elle excede 30 millions de nos lieues de France.

Pour aider le Lecteur à comprendre ceci, faisons une supposition ; imaginons qu'un homme est dans une plaine bien découverte & très-

XVIII. LEÇON.

vaſte, au milieu d'un pays planté d'arbres qu'il puiſſe compter ou diſtinguer les uns des autres. Quand les contours de cette plaine formeroient toute autre figure que celle d'un cercle, cet homme, s'il n'a point d'ailleurs quelque raiſon de penſer autrement, ſera naturellement porté à croire que tous ces objets qu'il apperçoit au loin & tout autour, terminent un eſpace circulaire, dont il occupe le centre: il ſe le perſuadera, quand même il ſeroit à un quart de lieue de ce point central où il croit être. Il penſera auſſi que tous les arbres qu'il apperçoit au-delà de cette plaine, ſont à égales diſtances de lui, quoique les uns ſoient peut-être de deux ou trois cents pas plus reculés que les autres. Enfin s'il voit dans le lointain un autre homme entre les arbres & lui, il croira volontiers que cet homme eſt comme eux à l'extrémité de la plaine, quand il s'en faudroit de beaucoup. Et ſi au lieu d'un homme, il en voit deux à des diſtances inégales de lui, il ne pourra pas dire lequel des deux eſt le plus éloi-

gné, à moins qu'en cheminant, l'un ne passe par devant ou par derriere l'autre. L'expérience familiere & commune de tous ces effets doit donc nous faire penser que les étoiles étant si loin de nous, c'est par l'impossibilité où nous sommes de connoître leur distance absolue, & leurs différents degrés d'éloignement, que nous attribuons la figure sphérique à l'espace qu'elles renferment entr'elles, & que nous les croyons toutes appliquées à une même surface.

Mais comme ces étoiles sont fixes, c'est-à-dire, qu'elles ne changent point de positions respectives entr'elles, & que l'oeil est sûr d'en rencontrer dans tout le contour des cieux; si l'on sait bien les distinguer les unes des autres, elles peuvent servir au spectateur qui est censé être au centre de l'univers, à mesurer la marche des astres intermédiaires, à reconnoître ceux qui vont plus vîte ou plus lentement, ceux qui sont plus près ou plus éloignés. On voit par-là que l'Astronomie a dû commencer par la connoissance de ce qui concerne les étoiles fixes.

XVIII. LEÇON. Conſtellations.

S'IL n'y avoit eu qu'un petit nombre d'étoiles, on les auroit diſtinguées toutes par des noms propres ; & l'on ſe ſeroit aſſuré de la poſition de chacune, en meſurant, ſuivant les regles de la Trigonométrie ſphérique, tous les arcs du Ciel qu'elles comprennent entr'elles, ou, ce qui revient au même, en déterminant leurs degrés de longitude & de latitude. Mais le premier catalogue qu'on en fit, il y a près de 1900 ans [a], en contenoit 1022, & il ne les contenoit pas toutes à beaucoup près. Il parut donc que c'étoit une choſe trop pénible que d'impoſer tant de noms, encore plus de les retenir dans ſa mémoire ; & la détermination du lieu de chaque étoile, étoit un ouvrage de longue haleine, ſujet à réviſion, & qui ne pouvoit ſe faire & ſe perfectionner, qu'avec beaucoup de temps.

Ces conſidérations porterent les premiers Aſtronomes à partager toutes les étoiles connues en pluſieurs

(a) Hipparque qui a le premier conſtruit un Catalogue des Etoiles fixes, vivoit plus de 100 ans avant la naiſſance de Jeſus-Chriſt.

groupes ou assemblages, que l'on nomma *Constellations*, & à qui l'on donna les noms & les figures de divers personnages célébres, & même de plusieurs animaux, instruments ou machines, que la fable avoit transportés au ciel ([a]).

Ptolomée en forma 48; savoir, 12 autour de l'écliptique, 21 dans la partie septentrionale, & 15 dans la partie méridionale du Ciel.

Les constellations qui entourent l'écliptique, & qui remplissent cette Zone du Ciel qu'on nomme le *Zodiaque*, sont,

Le Bélier.	♈	La Balance.	♎
Le Taureau.	♉	Le Scorpion.	♏
Les Gémeaux.	♊	Le Sagittaire.	♐
L'Ecrevisse.	♋	Le Capricorne.	♑
Le Lion.	♌	Le Verseau.	♒
La Vierge.	♍	Les Poissons.	♓

CONSTELLATIONS *de l'Hémisphere septentrional.*

La petite Ourse. | La grande Ourse.

(*a*) L'origine de tous ces noms, qui ont passé de l'antiquité jusqu'à nous, est un point d'érudition assez curieux, mais sur lequel je ne puis m'arrêter; on peut voir ce qu'en dit M. Pluche dans son Hist. du Ciel, &c.

XVIII. LEÇON.

Le Dragon.
Céphée.
Le Bouvier.
La Couronne Boréale.
Hercule.
La Lyre.
L'Oiseau ou le Cygne.
Cassiopée.
Persée.
Le Cocher.
Le Serpentaire.
Le Serpent.
La Fleche.
L'Aigle.
Le Dauphin.
Le petit Cheval.
Pégase.
Andromedes.
Le Triengle.

CONSTELLATIONS de l'Hémisphere méridional.

La Baleine.
Orion.
Le Fleuve Eridan.
Le Lievre.
Le grand Chien.
Le petit Chien.
Le Navire.
L'Hydre.
La Coupe.
Le Corbeau.
Le Centaure.
Le Loup.
L'Autel.
La Couronne Méridionale.
Le Poisson Austral.

Mais toutes les étoiles connues n'ayant pu être comprises dans ces figures, celles qui se sont trouvées dehors, se sont nommées étoiles *informes*.

La Navigation a procuré aux Astronomes modernes le moyen d'aller observer les parties de l'hémisphere austral, que les anciens n'avoient point connues, & que nous aurions ignorées nous-mêmes, parce qu'un grand nombre de ces étoiles ne paroissent jamais sur l'horizon en Europe. Cela fit ajouter aux 48 constellations de Ptolomée les 12 suivantes.

XVIII. LEÇON

Le Paon.	Le Caméléon.
La Grue.	La Mouche.
Le Toucan.	L'Oiseau de Paradis.
Le Phénix.	Le Triangle Austral.
La Dorade.	L'Indien.
Le Poisson Volant.	
L'Hydre Mâle.	

L'invention des Lunettes contribua encore beaucoup à grossir le catalogue des étoiles, & à former de nouvelles constellations, même dans la partie septentrionale du Ciel; de sorte qu'au commencement de ce siecle, Flamsted, Astronome Anglois, avoit porté à 3000 le

XVIII. LEÇON.

nombre de celles dont les lieux étoient déterminés ; & cela a été encore beaucoup augmenté depuis par l'exact & infatigable Abbé de la Caille, qu'une mort prématurée nous a enlevé en 1762, au grand dommage des ſciences, & au grand regret de tous les honnêtes gens qui l'ont connu.

Au commencement du dernier ſiecle, un Allemand nommé *Jean Bayer*, fit une choſe ingénieuſe & utile à ceux qui ont beſoin de bien connoître le Ciel étoilé. Il publia des Cartes céleſtes, où les étoiles de chaque conſtellation ſont déſignées par des lettres grecques ou latines ; deſorte, par exemple, qu'au-lieu de cette périphraſe, *l'Étoile de la ſeconde grandeur qui eſt à l'extrémité de la queue de la grande Ourſe*, on dit ſimplement *l'Etoile* η *de la grande Ourſe, &c.*

Quoique le nombre des étoiles connues ſoit ſi grand, qu'on a été obligé de prendre toutes les meſures dont je viens de parler, pour y mettre de l'ordre, & pour les reconnoître ; cependant ſi nous conſidérons que

l'on ne peut jamais voir que la moitié du Ciel à la fois ; que de toutes celles qu'on trouve ſur les Catalogues, il y en a beaucoup qui ne s'apperçoivent qu'à l'aide des téleſcopes, nous ſerons obligés de convenir que dans la plus belle nuit, & avec le Ciel le plus découvert, la meilleure vue n'en peut compter 1200. Ce qui paroît incroyable ; car en pareil cas, il n'y a perſonne qui ne s'imagine en appercevoir des millions. Cette illuſion ou fauſſe apparence, vient probablement de ce que ces lumieres vives & ſcintillantes, font des impreſſions trop fréquentes, & pour ainſi dire, trop ſerrées au fond de l'œil, pour faire naître des idées diſtinctes. Nous nous exagérons le nombre des objets, quand nous déſeſpérons de pouvoir les compter.

J'ai déja dit que toutes les étoiles ne nous paroiſſent point également groſſes. Cette différence peut venir de leurs différents degrés d'éloignement, & c'eſt la raiſon la plus naturelle qu'on en puiſſe donner : mais il eſt poſſible auſſi qu'elles different

XVIII. LEÇON.

réellement de grandeur entr'elles, ou que les unes ſoient de nature à briller davantage que les autres : que ſait-on même ſi ces aſtres, au lieu d'être des globes, n'auroient pas une figure applatie, avec un mouvement fort lent de rotation, qui nous préſenteroit ceux-ci ſous une plus grande face, ceux-là ſous une plus petite ? on ſeroit tenté de le croire, quand on ſait que quelques-uns d'entr'eux ont diſparu pour un temps, & que quelques autres ont varié par leur grandeur apparente.

Quoi qu'il en ſoit, les Aſtronomes diſtribuent en ſix claſſes toutes les étoiles qu'on peut voir à la vue ſimple ; & ils en font encore deux ou trois de celles qu'on n'apperçoit qu'avec des lunettes. Plus ces inſtruments ſe perfectionneront, plus on doit s'attendre de voir augmenter ces dernieres claſſes.

Les étoiles de la premiere grandeur ne ſont point en grand nombre ; on les diſtingue preſque toutes par des noms particuliers. *Sirius*, *Arcturus*, *Aldebaram*, *l'Epi de la Vierge*,

Procyon, Regulus, Antares, la Lyre, Fomahant, &c. XVIII. LEÇON.

Si nous en croyons nos ſens, les planetes nous ſemblent auſſi éloignées que les étoiles; & nous les confondons avec elles, quand on ne nous a point appris à les diſtinguer. Pour ne s'y point tromper, il faut obſerver qu'une étoile brille par élancement, ce qu'on appelle mouvement de ſcintillation; au lieu que la lumiere d'une planete eſt plus uniforme & plus tranquille : le téleſcope dépouille l'une & l'autre des rayons qui l'entourent; mais il fait voir la planete plus groſſe, & l'étoile plus petite qu'à la vue ſimple.

Outre les étoiles dont je viens de parler, on voit encore au Ciel, & dans un éloignement auſſi grand pour le moins que celui qu'on eſt obligé de leur attribuer; on voit, dis-je, certaines petites taches blanchâtres qu'on nomme *Etoiles nébuleuſes*, & une bande ou eſpece de ceinture d'une couleur laiteuſe, qu'on a nommée pour cela *la voie lactée*. Les Aſtronomes en ſont encore à ſavoir au juſte ce qui cauſe ces ap-

XVIII. LEÇON.

parences : Galilée a dit de la derniere, que cet espace du Ciel où elle se fait remarquer, étoit rempli d'une infinité de petites étoiles, dont les lumieres se confondent ; & beaucoup d'Astronomes suivent encore cette opinion qui est assez probable.

Nous voyons le Ciel des étoiles fixes faire en 24 heures une révolution entiere autour de nous, d'Orient en Occident ; cependant nous devons croire qu'il est immobile : les mouvements que nous y remarquons ne sont que des apparences, qui résultent de la rotation de la terre sur son axe, & de sa révolution annuelle autour du Soleil, dont nous parlerons par la suite, & spécialement dans la seconde Section : un homme placé dans un bateau, au milieu d'un étang, pourroit s'imaginer que le rivage & tous les objets qui le bordent, tournent de gauche à droite autour de lui, si son bateau tournoit dans le sens contraire. La révolution diurne du Ciel étoilé n'est pas plus réelle que celle du rivage : c'est notre bateau qui tourne ; c'est le lieu que nous habi-

tons sur la terre, qui nous transportant avec lui circulairement d'Occident en Orient, nous fait appercevoir successivement tout ce qu'il y a de visible à la voûte des Cieux. XVIII. Leçon.

Le Soleil est un globe immense, sur la nature duquel nous n'avons aucune connoissance précise ni certaine. Il est la principale source de la chaleur qui anime notre monde, & de la lumiere qui l'éclaire. Delà nous jugeons que ce peut être un amas de matieres embrasées depuis la création; mais qui brûle apparemment sans se dissiper & sans s'obscurcir, puisque son activité & sa splendeur sont inaltérables; bien différent des autres feux qui ne subsistent que par de nouveaux aliments, & dont l'éclat se ternit presque toujours par le charbon & les vapeurs noires qu'ils produisent.

L'action de cet astre le plus beau, le plus utile, le plus nécessaire de tous ceux dont nous ressentons les influences, s'étend autour de lui à des distances immenses, de sorte qu'il est le centre d'une sphere d'activité, qu'on peut considérer comme

XVIII. LEÇON.

étant formée par une infinité de rayons divergents de tous les points de sa surface. Ainsi, soit que le Soleil éclaire, soit qu'il échauffe, son action sur les corps qui la reçoivent, est d'autant plus grande qu'ils sont plus près de lui ; & quant à la proportion, elle est en raison inverse du quarré de la distance, comme nous l'avons fait voir en traitant de l'Optique *.

Cet astre central a la figure d'un globe : s'il paroît à nos yeux comme un disque circulaire, c'est que dans un tel éloignement, rien ne nous fait sentir que les parties du milieu sont plus avancées vers nous que celles des bords ; c'est que les lignes semi-circulaires qui forment sa convexité antérieure, se tracent au fond de nos yeux comme des lignes droites. Voyez ce que j'ai dit de ces apparences, Tom. V, pag. 117 & 118. La même explication doit servir pour la pleine Lune, & pour les autres planetes qu'on regarde avec un télescope.

Le Soleil est d'une grandeur immense : son diametre, selon les ob-

* *Tom. V. pag. 71.*

ſervations les plus récentes & les plus exactes, égale plus de 90 fois celui de la terre, qu'on eſtime être de 3000 lieues. Les ſolidités des corps ſphériques étant entr'elles comme les cubes de leurs diametres, il s'enſuit que celle du Soleil eſt environ 729000 fois plus grande que celle du globe terreſtre.

XVIII. LEÇON.

La grandeur apparente du diſque ſolaire n'eſt pas conſtante ; on la voit varier comme celle de la Lune, à meſure que ces aſtres s'élevent au-deſſus de l'horizon après leur lever, ou lorſqu'ils en approchent pour ſe coucher : nous en avons indiqué les raiſons ailleurs *. Mais cette même grandeur varie encore, parce que ces aſtres ſont tantôt plus, tantôt moins éloignés de la terre ; ce qui fait que d'un temps à l'autre, les angles ſous leſquels nous les appercevons, ſont plus ou moins grands : j'expliquerai ceci plus particuliérement en parlant des mouvements de la terre.

* Tom. V. pag. 137.

Quoiqu'il n'y ait rien dans les Cieux de comparable pour l'éclat à la ſplendeur du Soleil, elle n'eſt

XVIII. LEÇON.

pourtant pas si pure, qu'on ne remarque de temps en temps quelques taches sur cet astre. Galilée (d'autres disent le P. Scheine, Jésuite) fit cette découverte, il y a environ cent cinquante ans : l'imagination des Physiciens travailla aussi-tôt pour deviner la cause de ces phénomenes ; mais il n'en résulta que des conjectures à peine vraisemblables, & qui ne méritent gueres d'être rapportées ici.

Les Astronomes en tirerent un meilleur parti ; ils observerent que ces taches, tant qu'elles durent, (car elles ne subsistent pas toujours) cheminent du bord oriental du Soleil vers son bord occidental, qu'elles disparoissent alors, & qu'après un certain intervalle de temps, elles reparoissent pour recommencer la même route : cela fit penser d'abord que ce pouvoient être des corps opaques, quelques planetes qui feroient des révolutions comme les autres, & fort près du Soleil ; mais ces soupçons se dissiperent parce qu'on remarqua, premiérement que la même tache paroît toujours plus étroite

vers les bords de l'astre que quand elle se trouve plus avancée vers le milieu. Secondement, que le temps qu'elle met à revenir est à très-peu près égal à la durée de son apparition. On en conclut, & avec raison, que les taches du Soleil sont plates & non sphériques, & qu'elles tiennent à la surface même de l'astre; car si c'étoit des globes détachés, comme Mercure ou Vénus; de la terre supposée au point *T* (*Fig.* 7), on les verroit toujours sous le même angle, soit qu'elles répondissent au milieu du globe solaire *S*, soit qu'elles tournassent vers les bords; & la partie *A B* de leur révolution, pendant laquelle on les verroit passer sur le Soleil, seroit plus courte que l'autre *B C A*, pendant laquelle on les perd de vue. On apprit par ces observations & par ces raisonnements, que le Soleil, qu'on croyoit immobile au centre de l'Univers, tourne sur lui-même dans l'espace de 25 jours & demi.

Cette étendue immense, dont le Soleil occupe le centre, & qui est terminée par le Ciel des étoiles fixes,

XVIII. LEÇON.

est remplie par un fluide très-subtil, & de nature à transmettre l'action des corps lumineux, comme nous l'avons dit en parlant de la propagation de la lumiere au commencement de la XVe Leçon. C'est dans cette matiere éthérée que flottent à différentes distances du Soleil, ces autres astres qu'on nomme *Planetes*, & qui ne sont visibles que par la lumiere qu'ils reçoivent, & qu'ils réfléchissent vers nous. Comme ces corps, à cause de leur figure sphérique, ne peuvent jamais recevoir la lumiere du Soleil que sur la moitié de leur surface, nous les perdons de vue toutes les fois que cette partie illuminée n'est pas tournée vers nous, en tout ou en partie.

Planetes du premier & du second ordre.

ON DIVISE les planetes connues en deux classes. Celles de la premiere classe se nomment *Planetes primitives* ou *principales* : elles sont au nombre de six : savoir, *Mercure*, *Vénus*, *la Terre*, *Mars*, *Jupiter* & *Saturne*.

Celles de la seconde classe s'appellent *Planetes secondaires*, *Satellites* ou *Lunes* : on en compte dix : savoir, une qui appartient à la terre,

& qui porte ſpécialement le nom de *Lune* ; quatre qui accompagnent Jupiter, & cinq qui ſont autour de Saturne. Ces neuf dernieres ne ſe diſtinguent que par leur rang : celle qui eſt plus prochaine de la planete primitive, s'appelle premier Satellite ; les autres ſe nomment ſecond, troiſieme, quatrieme, &c, ſelon leurs degrès d'éloignement.

Saturne, outre ſes cinq ſatellites, eſt encore entouré d'une eſpece d'anneau, que la plupart des Aſtronomes imaginent être formé par un amas de matiere opaque de la nature des planetes. Voyez *G H*, (*Fig.* 6).

Toutes les planetes, tant du premier que du ſecond ordre, different de groſſeur entr'elles : Mercure eſt la plus petite des planetes primitives ; il eſt à la terre à peu-près dans le rapport de 64 à 1000 ; & Jupiter, qui eſt la plus groſſe de toutes, eſt eſtimé 2000 fois plus gros que la terre ([a]).

([a]) Quand on parle de la groſſeur d'un aſtre, cela s'entend de ſa ſolidité, qui eſt comme le cube du diametre ; s'il s'agit de la grandeur, c'eſt par le diametre qu'on en juge. Dans

XVIII. LEÇON.

J'ai dit ci-dessus que les planetes étoient à différentes distances du Soleil. Celle qui en approche le plus, c'est Mercure; les autres en sont plus éloignées suivant cet ordre, Vénus, la Terre avec la Lune, Mars, Jupiter avec ses satellites, Saturne avec les siens & son anneau. Delà vient la distribution qu'on en fait, par rapport à la terre, en *planetes supérieures*, & *planetes inférieures*. On donne le premier nom à Saturne, à Jupiter & à Mars; & le second, à Vénus & à Mercure.

Il y a apparence que tous ces globes ont pris dans l'espace des Cieux, les places qui convenoient aux forces résultantes de leurs masses: si quelques-uns d'entr'eux paroissent déroger à cette regle (car Jupiter est plus gros que Saturne, & Mars est plus petit que la Terre), on peut dire qu'étant d'une matiere plus ou moins compacte, leurs masses ne répondent point toujours à leurs volumes.

le cas présent, il faut dire que les diametres de Jupiter, de la Terre, & de Mercure, sont entr'eux comme les nombres 137, 10 & 4.

Mais les masses seules n'auroient pas produit cet arrangement ; elles ont été aidées par le mouvement de circulation que les six planetes primitives ont autour du Soleil, & les dix autres autour de leurs planetes principales.

XVIII. Leçon.

Chaque planete du premier ordre tourne donc autour de l'astre central, dans un espace de temps qui est toujours le même : & si elle a un ou plusieurs satellites, ils font le même mouvement autour d'elle, dans des temps réglés & proportionnés à leurs degrés d'éloignement : c'est-là ce qu'on appelle *révolution périodique*. La courbe rentrante qui en résulteroit dans le Ciel, si l'astre laissoit des traces de sa route, & que les Astronomes conçoivent & énonçent comme subsistante, cette courbe, dis-je, est ce qu'on appelle *orbite*.

Sur ce pied-là, il faut imaginer qu'un spectateur placé au centre de l'univers, verroit chacune des six planetes principales, s'avancer d'un mouvement presqu'uniforme de droite à gauche, & répondre successive-

XVIII. LEÇON.

ment à ces douze conſtellations qui forment, comme on l'a dit plus haut, le Zodiaque ; car premiérement elles ſuivent toutes l'ordre de ces ſignes d'Occident en Orient ; & en ſecond lieu, leurs orbites terminent des plans qui paſſent par le centre du Soleil, & dont les circonférences ne s'écartent pas de l'écliptique au-delà de 8 degrés, ſoit en s'abaiſſant au-deſſous, ſoit en s'élevant au-deſſus.

Il n'en feroit pas de même des ſatellites ; l'Obſervateur n'ayant pas l'œil ſuffiſamment élevé au-deſſus des plants de leurs orbites, il les verroit aller comme en ligne droite, tantôt d'Orient en Occident, & paſſant devant la planete à laquelle ils appartiennent, & enſuite d'Occident en Orient, & paſſant derriere ([a]).

Toutes ces révolutions périodiques ſe font dans des eſpaces de temps qui different beaucoup les uns des autres. Mercure emploie environ trois mois à la ſienne ; Vénus en met un peu plus de ſix ; la durée

(a) Voyez la raiſon de ces apparences, Tom. V, pag. 128 & ſuiv.

de

de celle de la Terre, eſt ce que nous appellons l'*Année* ; Mars acheve ſa révolution en deux ans ; Jupiter en douze, & Saturne en trente ([a]).

Des dix planetes ſecondaires, il n'y a que notre Lune qui ſoit connue de tout temps ; la découverte des neuf autres eſt dûe à l'Aſtronomie moderne, & à l'invention des lunettes. Galilée ſeul, en profitant le premier de ces nouveaux inſtruments, a fait connoître les 4 de Jupiter. Celles de Saturne plus difficiles à obſerver, ont été apperçues ſucceſſivement par différents Aſtronomes.

La révolution de la Lune autour du globe terreſtre, ſe fait en 27 jours & un tiers à peu-près : c'eſt ce qu'on nomme *le mois lunaire*. Il réſulte de ce mouvement combiné avec ceux de la terre, pluſieurs choſes très-remarquables dont je ferai mention par la ſuite : je me contenterai d'obſerver ici que toutes

(*a*) J'exprime tout ceci en nombres ronds, pour éviter des fractions dont la plupart de mes Lecteurs peuvent ſe paſſer, & qu'ils auroient peine à retenir.

XVIII. LEÇON.

les lunes ou ſatellites, changent continuellement de *phaſes* ([a]), par rapport aux autres planetes, parce que leurs hémiſpheres illuminés, ſe préſentent à elles tantôt plus, tantôt moins directement ; au lieu que ſi on les regardoit de l'endroit où eſt le centre du Soleil, on les verroit toujours pleines : ce qui eſt très-aiſé à comprendre, quand on jette les yeux ſur toutes les parties blanches des petites boules qui les repréſentent dans notre planétaire artificiel.

Les ſatellites, & principalement ceux de Jupiter, ont été d'un grand ſecours pour perfectionner la Géographie : comme les révolutions de ces petits aſtres s'achevent en peu de temps (car le premier ſatellite de Jupiter fait la ſienne en 42 heures & demie à peu-près), ils s'éclipſent très-fréquemment & très-promptement en paſſant derriere leurs

(*a*) On appelle *Phaſes*, les différentes figures ſous leſquelles nous voyons une planete, ſelon qu'elle nous montre plus ou moins de ſa partie éclairée ; tels ſont le croiſſant, le premier & dernier quartier, la pleine Lune, &c.

planetes primitives. Les immerſions & émerſions ſont au Ciel autant de ſignaux, que des Obſervateurs placés en différents endroits ſur la terre, peuvent appercevoir au même inſtant; & l'on conclut la diſtance des lieux en longitude, par la différence des heures auxquelles le même phénoméne a été obſervé.

XVIII. LEÇON.

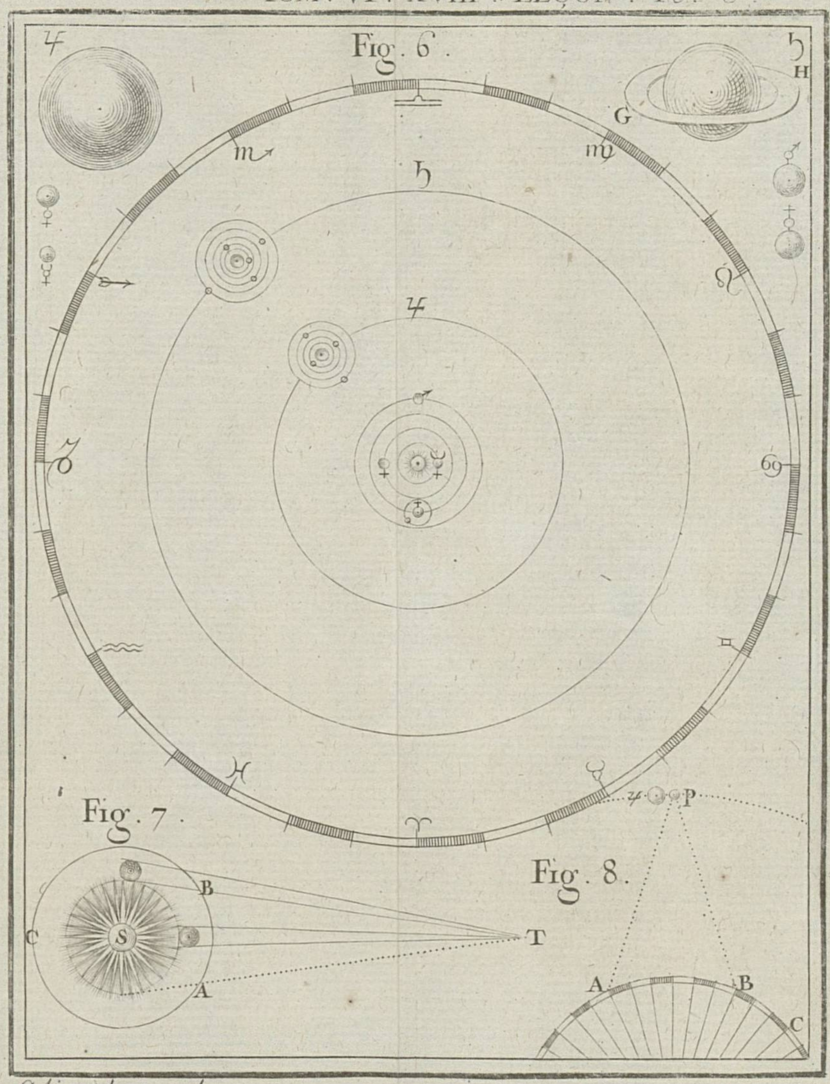
Suppoſons, par exemple, que le cercle *A B C* (*Fig.* 8), ſoit l'équateur terreſtre, & que deux Obſervateurs placés l'un en *A*, l'autre en *B*, apperçoivent le ſatellite *P* à l'inſtant qu'il commence à ſe cacher derriere la planete ♃. S'il eſt alors onze heures à la pendule du premier, & deux heures à celle du ſecond, la différence des temps ſera trois heures; comme le Soleil par ſa révolution apparente parcourt en 24 heures, les 360 degrés de longitude qui diviſent l'équateur de la terre en parties égales, les trois heures dont il s'agit, répondent à 45 de ces degrés, & apprennent que les deux lieux où l'on a obſervé, ſont d'autant éloignés l'un de l'autre en longitude.

Les différentes diſtances des ſix

XVIII. LEÇON.

planetes primitives au Soleil, & celles des satellites à leurs planetes principales, ne sont point en proportion avec le rang qu'elles tiennent ; c'est-à-dire, par exemple, que Jupiter qui est la 5[e] planete en s'éloignant du Soleil, n'en est pas seulement cinq fois plus éloigné que Mercure, mais bien davantage, comme on le peut voir par la Figure 6[e]; & il en est de même de ses satellites, & de ceux de Saturne : chacune de ces distances n'est pas même constante pendant toute la durée d'une révolution. La planete se trouve tantôt plus près, tantôt plus loin de l'astre autour duquel elle se meut ; ce que j'expliquerai plus particuliérement par la suite. Mais entre les deux extrêmes, il y a un terme qu'on nomme *la distance moyenne* ; & c'est de celle-là dont il s'agit maintenant.

Képler a fait sur cela une découverte de la plus grande importance ; il a trouvé que les cubes de ces distances sont entr'eux comme les quarrés des temps périodiques ; de sorte que si l'on sait combien deux



Gobin del. et Sculp.

planetes mettent de temps à faire leurs révolutions, on sait aussi-tôt, par cette analogie, quelles sont leurs distances respectivement au Soleil. Cette même regle qu'il n'a d'abord établie que pour les planetes primitives, a été appliquée depuis avec le même succès à celles du second ordre.

Une planete ne se meut pas toujours avec la même vîtesse dans toutes les parties de son orbite; plus elle se trouve près de l'astre autour duquel elle tourne, plus son mouvement est rapide; & au contraire on remarque qu'elle ralentit sa marche, à mesure qu'elle s'en éloigne davantage; mais avec ces inégalités, il subsiste une proportion constante, entre les temps qu'elle met à parcourir les différents arcs de son orbite, & les aires triangulaires terminés par ces arcs, & par deux lignes tirées de leurs extrémités à l'astre central; c'est-à-dire, que les temps que la planete emploie à parcourir successivement les deux arcs *B D*, & *D E*, par exemple, (*Fig.* 9), sont entr'eux comme les aires des

XVIII. LEÇON.

deux triangles mixtilignes *BSD*, & *DSE*. C'eſt une ſeconde regle aſtronomique, dont on a encore l'obligation à Képler, & dont on a fait un grand uſage.

Outre la révolution que chaque planete du premier ou du ſecond ordre fait autour de ſon aſtre central, il eſt à préſumer que toutes ont encore un mouvement de rotation autour de leurs axes; ce qui fait qu'elles ont, comme la terre, toutes les parties de leurs ſurfaces ſucceſſivement expoſées à l'action du Soleil; la plupart ont des taches qui ont donné lieu d'obſerver ce mouvement, d'en déterminer la durée; ainſi, de même que notre jour eſt de 24 heures, celui de Vénus eſt de 23; celui de Mars, de 24 deux tiers; celui de Jupiter, de 10 ou à peu-près: Mercure, parce qu'il eſt très-près du Soleil, eſt ſi fort illuminé, & Saturne, à cauſe de ſon grand éloignement, l'eſt ſi peu, que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux Obſervateurs, ou ne ſe montrent point aſſez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de ro-

tation ; on peut conclure par analogie qu'ils en ont un. XVIII. LEÇON.

Celui de notre Lune est très-lent, en comparaison de ceux dont je viens de faire mention. Il ne s'acheve qu'en 27 jours & environ $\frac{1}{3}$, & comme elle met précisément ce temps-là pour tourner autour de la terre, il arrive de cet accord, que nous voyons toujours la même partie de sa surface, comme je le ferai voir plus particuliérement dans un autre endroit : on remarque seulement par ses taches, qu'elle fait une espece de balancement que les Astronomes ont nommé *libration*.

Puisque chaque planete a sa marche particuliere, & que les unes mettent plus de temps que les autres à faire leurs révolutions, on doit comprendre que tous ces astres changent continuellement de positions respectives : tels qui se trouvent aujourd'hui sur la même ligne avec le Soleil, figureront tout autrement avec lui dans un autre temps ; d'autres qui répondent ensemble à la même constellation dans le Ciel, en auront ensuite trois ou quatre entr'eux ;

XVIII. LEÇON. ce sont ces différentes positions des planetes qu'on appelle *aspects*, & qu'on distingue par des noms propres. Je vais rendre cela sensible par un exemple.

SECONDE OPERATION.

OTEZ la piece *A*; prenez dans le coffret celle qui est marquée *B*, & celle qui est marquée *C*, lesquelles sont représentées par la *fig.* 10, & désignées par les mêmes lettres. Ajustez la tige de la premiere au canon extérieur 3, qui est au centre de la platine bleue, & celle de la seconde au canon intérieur 2, ayant soin que les deux petites boules, dont l'une représente la Terre, & l'autre la planete de Mars, se trouvent sur une même ligne entre le cercle de l'écliptique, & le centre de la grande platine, où vous placerez une boule dorée qui est dans le coffert, & qui doit représenter le Soleil. Faites tourner les deux canons, 2 & 3 avec la manivelle, comme il a été dit à la page 10.

Vous pouvez remarquer, 1°, que le petit globe qui représente la Terre,

Terre, va une fois plus vîte que l'autre qui tient la place de Mars, faisant deux révolutions contre lui une. XVIII. LEÇON.

2°, Que dans chaque révolution entiere de la Terre, ces deux corps changent continuellement de position respective, répondant tous deux quelquefois au même point du Zodiaque, & plus souvent à différents points plus ou moins éloignés les uns des autres.

APPLICATIONS.

IL est aisé de comprendre par cet exemple, que si l'on faisoit ainsi mouvoir ensemble toutes les boules qui représentent les planetes primitives, en observant que chacune fît sa révolution dans l'espace de temps qui lui convient, on les verroit changer d'aspects, comme on vient de le voir faire à la Terre & à Mars. Mercure auroit fait quatre révolutions, & Vénus presque deux avant que la Terre en eût achevé une; & lorsque celle-ci auroit fini la sienne, Jupiter n'auroit encore parcouru que la douzieme, & Saturne la trentieme partie de son orbite.

XVIII. LEÇON.

Quand deux planetes répondent au même point du Zodiaque, cet aſpect s'appelle *conjonction*, & ſe déſigne par cette marque ☌.

Quand elles ſont oppoſées l'une à l'autre de la moitié du Zodiaque ou de ſix ſignes, cela s'appelle *oppoſition*, & s'exprime ordinairement par cette marque ☍,

Et lorſqu'elles répondent à différents points du Zodiaque qui comprennent entr'eux 2, 3, 4 ſignes, &c, on fait connoître leur aſpect par le mot *oppoſition*, ou par la marque ☍, en ajoutant le nombre des ſignes ou des degrés en longitude du Zodiaque qui ſont interceptés entre les deux lieux du Ciel auxquels elles répondent. On dit, par exemple, Jupiter & Mars ſont en oppoſition de 2, de 3, de 4 ſignes, &c.

Phaſes des Planetes.

SI L'ON étoit placé au centre de l'univers, à l'endroit même qu'occupe le Soleil, pour obſerver les planetes, on les verroit toujours comme des diſques lumineux & bien arrondis, parce qu'on découvriroit tout l'hémiſphere illuminé de chacune d'elles, comme nous voyons

la pleine Lune; mais si l'on suppose le Spectateur placé sur la terre, il pourra arriver que les hémispheres éclairés par le Soleil, ne soient pas tout entiers tournés vers lui; & alors n'en appercevant qu'une partie, il verra la planete sous la figure d'un croissant ou d'un quartier de Lune: & c'est ce qu'on remarque très-bien en observant Vénus avec un télescope, parce que cette planette est assez grande, & assez près de nous pour avoir ces différentes phases sensibles, & parce que n'embrassant point la terre dans sa révolution, elle lui dérobe totalement sa partie éclairée, en passant entr'elle & le Soleil, & ne la lui découvre que peu à peu, à mesure qu'elle s'éloigne d'elle en avançant dans son orbite. Voyez *la Figure* 11.

On remarqueroit la même chose à l'égard de Mercure s'il étoit plus gros, & qu'il ne fût pas si voisin du Soleil; mais quand il s'éloigne assez de cet astre pour qu'on puisse observer sa figure, tout ce qu'on peut découvrir, c'est qu'il n'est pas bien rond; & cela prouve qu'on ne voit

XVIII. LEÇON.

point alors toute ſa partie éclairée; car on ſait d'ailleurs ([a]) que cette planete eſt à peu-près ſphérique comme les autres.

Chaque Planete n'eſt pas toujours a égale diſtance de ſon Aſtre central.

J'AI déja dit plus haut que la diſtance d'une planete primitive au Soleil, comme celle d'un ſatellite à ſa planete principale, n'eſt pas conſtante, & qu'elle eſt tantôt plus petite, tantôt plus grande dans le cours d'une même révolution : il eſt temps maintenant d'en dire la raiſon. C'eſt que, comme l'a penſé Képler, & comme tous les Aſtronomes l'ont reconnu depuis, chaque planete, tant du premier que du ſecond ordre, ſe meut dans une orbite, qui n'eſt point un cercle excentrique à cet aſtre; mais une ellipſe ([b]) qui a le Soleil à l'un de ſes foyers. Voyez *la Figure 9*, & l'opération ſuivante du planétaire.

(*a*) Quand Mercure ſe trouve directement entre le Soleil & la Terre, ce qui arrive rarement, il paroît alors comme une tache noire & ronde; ce qui fait connoître que c'eſt un corps ſphérique.

(*a*) Il faut lire ce que j'ai dit de l'Ellipſe en parlant des forces centrales, tom. 2, pag. 96.

TROISIEME OPERATION.

OTEZ les deux pieces *B* & *C*; mettez un gros canon 3, celle qui eſt marquée *E*, la tige ou le pivot de la petite poulie *G* dans un trou marqué de la même lettre près du centre de la platine bleue; & faites enſorte que la corde ſans fin embraſſe d'une part cette petite poulie, & de l'autre le barrillet *F* qui eſt à l'extrémité de la tige qui porte la planete, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 12; & mettez en ſa place la boule dorée qui repréſente le Soleil.

Si vous tournez la manivelle, vous verrez que la planete en s'approchant, & enſuite en s'éloignant du Soleil, par des quantités ſymmétriques, décrit une courbe rentrante qui n'eſt point un cercle, mais une ellipſe peu alongée, dont la boule, qui repréſente le Soleil, occupe l'un des foyers.

APPLICATIONS.

Figure des orbites des Planetes.

VOUS apprendrez, par cet exemple, que toutes les orbites des planetes ſont des ellipſes peu différentes du

XVIII. LEÇON.

cercle, & que l'aſtre autour duquel chacune d'elles fait ſa révolution, occupant, non pas le centre, mais l'un des foyers de cette courbe, s'en éloigne d'une quantité aſſez conſidérable, & s'en rapproche de même: on appelle *excentricité* la diſtance qu'il y a entre le centre *C* de l'ellipſe, (*fig.* 9), & celui des foyers qu'occupe le Soleil ou la planete principale.

Le lieu de l'orbite *A*, (*fig.* 9), où une planete ſe trouve le plus loin qu'elle puiſſe être du Soleil, s'appelle *l'aphélie;* & celui où elle en eſt le plus près, comme *P*, ſe nomme *périhélie.* Les deux points de part & d'autre comme *E G*, qui tiennent le milieu entre les deux extrêmes, on les appelle *moyennes diſtances.*

Les planetes du ſecond ordre ont auſſi chacune leur aphélie & périhélie, qui ſont de même une ſuite néceſſaire de l'ellipticité de leur orbite.

Mais par la même raiſon que les planetes du premier ordre s'éloignent & ſe rapprochent du Soleil, celles du ſecond ordre ſe trouvent dans un temps plus près, dans un autre

temps plus loin de leurs planetes principales. Comme la Terre, par exemple, a ſon aphélie & ſon périhélie, de même la Lune a ſon *apogée* & ſon *périgée*. On pourroit dire auſſi d'un ſatellite de Jupiter, qu'il eſt dans ſon *apojove*, ou dans ſon *périjove*, *&c.*

XVIII. LEÇON.

Ces deux points de l'orbite *A* & *P*, que la planete n'outre-paſſe point, tant pour s'éloigner, que pour s'approcher de l'aſtre qu'elle entoure par ſa révolution, ſe nomment en général *les apſides*; & la ligne qui les joint, s'appelle *la ligne des apſides*, ou *le grand axe de l'orbite*.

La diſtance eſt une choſe commune aux deux termes qu'elle ſépare; ainſi quand une planete eſt dans ſon aphélie, réciproquement le Soleil eſt le plus loin d'elle qu'il puiſſe être; & de même il en eſt le plus près, quand cette planete eſt dans le périhélie: le Soleil eſt donc dans ſon périgée quand la Terre eſt dans le périhélie; & quand celle-ci eſt dans l'aphélie, le Soleil eſt dans l'apogée.

Grandeur apparente des Aſtres.

NOUS jugeons les objets plus

XVIII. LEÇON.

grands, quand nous les voyons de plus près; & ils nous paroissent plus petits quand nous les regardons de plus loin. Puisque les planetes ne sont pas toujours à égale distance du Soleil, ni de la Terre, on doit penser que de l'un ou de l'autre de ces lieux, on ne doit pas les voir constamment de la même grandeur, & cela est sensible pour nous à l'égard du Soleil & de la Lune; voilà pourquoi les Astronomes distinguent soigneusement le disque apparent de l'un ou de l'autre astre, relativement aux circonstances dans lesquelles on l'observe; & nous verrons ci-après qu'il en résulte des effets remarquables dans les éclipses.

Irrégularités dans la marche des Planetes.

QUAND on supposeroit un Observateur placé au Soleil, pour examiner la marche d'une planete pendant tout le temps d'une de ses révolutions, il ne la verroit point aller d'un pas égal; c'est-à-dire, que dans des temps égaux, il ne lui verroit point parcourir des arcs égaux du Ciel étoilé: premierement, parce que, comme nous l'avons déja dit, le

mouvement des planetes ſe ralentit à mesure qu'elles s'éloignent davantage de leur aſtre central ; secondement, parce que décrivant des ellipſes, qui ont le Soleil à l'un de leurs foyers, elles ont plus de chemin à faire pour parcourir la partie du Zodiaque *ABC*, que l'autre *CDA*, (*fig.* 13).

Mais ſi on les voit de la Terre, elles ont un mouvement qui paroît encore bien plus irrégulier : tantôt la planete qu'on obſerve, au lieu d'aller ſelon l'ordre des ſignes, (ce qui s'appelle être *directe*), paroît aller dans le ſens contraire, & l'on dit qu'elle eſt *rétrograde* ; tantôt on diroit qu'elle ſéjourne vis-à-vis le même point du Ciel, & les Aſtronomes diſent alors qu'elle eſt *ſtationnaire* : on voit augmenter ſa vîteſſe jusqu'à un certain point ; d'autres fois on la voit diminuer de même. Toutes ces irrégularités qu'on nomme *ſecondes inégalités des planetes*, ne ſont que des apparences, & non pas des réalités. Cela vient de ce que la Terre d'où nous obſervons, n'eſt pas fixe, & de ce qu'elle n'eſt

pas au centre de la révolution de la planete : rendons ceci sensible.

XVIII. LEÇON.

QUATRIEME OPERATION.

OTEZ les pieces de la précédente opération ; remettez celles de la seconde & la boule dorée au centre ; prenez dans le coffret une grande aiguille qui a deux pivots ; placez dans la tige de *Mars* celui qui est fixé à peu-près au tiers de la longueur de l'aiguille, & dans la tige de *la Terre*, celui qui est terminé par un anneau dans lequel l'aiguille peut glisser. Ayez soin que les deux planetes soient en conjonction vis-à-vis un endroit quelconque du Zodiaque, par exemple, vis-à-vis du 1er degré de la balance, comme il est représenté par la *Figure* 14. Tournez ensuite la manivelle jusqu'à ce que la Terre ait fait une révolution entiere.

Vous observerez, 1°, que quand les deux planetes sont en conjonction & en opposition, l'aiguille qui passe alors par le centre du planétaire où est placé le Soleil, marque au Zodiaque le signe, vis-à-vis du-

quel ſe trouve alors la planete de Mars :

2°, Que dans toutes les autres poſitions, le bout de l'aiguille, qui parcourt le Zodiaque, eſt plus ou moins avancé que la planete :

3°, Que quand la Terre & Mars approchent de leur conjonction, le mouvement de l'aiguille commence à ſe faire en ſens contraire de celui de Mars :

4°, Que quand la conjonction s'acheve, & un peu après, le mouvement de l'aiguille ſe fait ſenſiblement contre l'ordre des ſignes, & en rétrogradant.

APPLICATIONS.

SI l'on conſidere l'aiguille comme le rayon viſuel de l'Obſervateur placé ſur la Terre, on voit tout d'un coup que, dans les conjonctions & dans les oppoſitions ſeulement, le vrai lieu, & le lieu apparent de la planete obſervée ne ſont qu'un, parce que dans ces deux circonſtances, ce rayon viſuel procéde, comme s'il venoit du centre de l'univers, où il conviendroit d'ê-

XVIII. Leçon.

tre pour voir toujours l'aſtre en ſon vrai lieu.

Après la conjonction, comme la Terre avance plus vîte que la planete de Mars qui nous ſert ici d'exemple, le rayon viſuel de l'Obſervateur aboutit à un point du Zodiaque moins avancé dans l'ordre des ſignes que celui où répond réellement l'aſtre ; & la différence entre ſon vrai lieu & ſon lieu apparent, va toujours en augmentant, juſqu'à ce que la Terre & lui ſoient en oppoſition de trois ſignes, ou du quart du Zodiaque ; ainſi depuis la conjonction juſqu'à ce tems-là, le mouvement de la planete paroît retarder de plus en plus.

Enſuite l'arc de différence entre le vrai lieu & le lieu apparent, va toujours en diminuant juſqu'à l'oppoſition directe, où il devient nul, comme on le peut voir par le mouvement de l'aiguille. Ainſi la planete qui avoit paru retarder de plus en plus, juſqu'à ce que la Terre & elle fuſſent oppoſées de trois ſignes, ſemble retarder après cela de moins en moins juſqu'à l'oppoſition de ſix ſignes.

La Terre recommençant alors une ſeconde révolution, tandis que Mars n'eſt encore qu'au milieu de la ſienne, on voit que le rayon viſuel de l'Obſervateur (toujours repréſenté par la grande aiguille) précede la planete dans les ſix autres ſignes du Zodiaque, & la fait juger plus avancée qu'elle ne l'eſt réellement : & cette apparence après avoir été en augmentant pendant trois ſignes, diminue de même pendant les trois derniers ; de ſorte qu'après deux révolutions entieres de la Terre, Mars & elle ſe trouvent en conjonction.

Mais il eſt à remarquer, & l'aiguille l'indique ſenſiblement, qu'aux approches de la conjonction, le rayon viſuel de l'Obſervateur rétrograde autant que la planete obſervée avance, ce qui la fait paroître ſtationnaire pendant un certain eſpace de temps. Et bientôt après le mouvement de la Terre l'emportant de vîteſſe ſur celui de Mars, & le rayon viſuel retournant en arriere, plus que la planete ne chemine en avant ou ſelon l'ordre des ſignes, il arrive que celui-ci paroît rétrograde

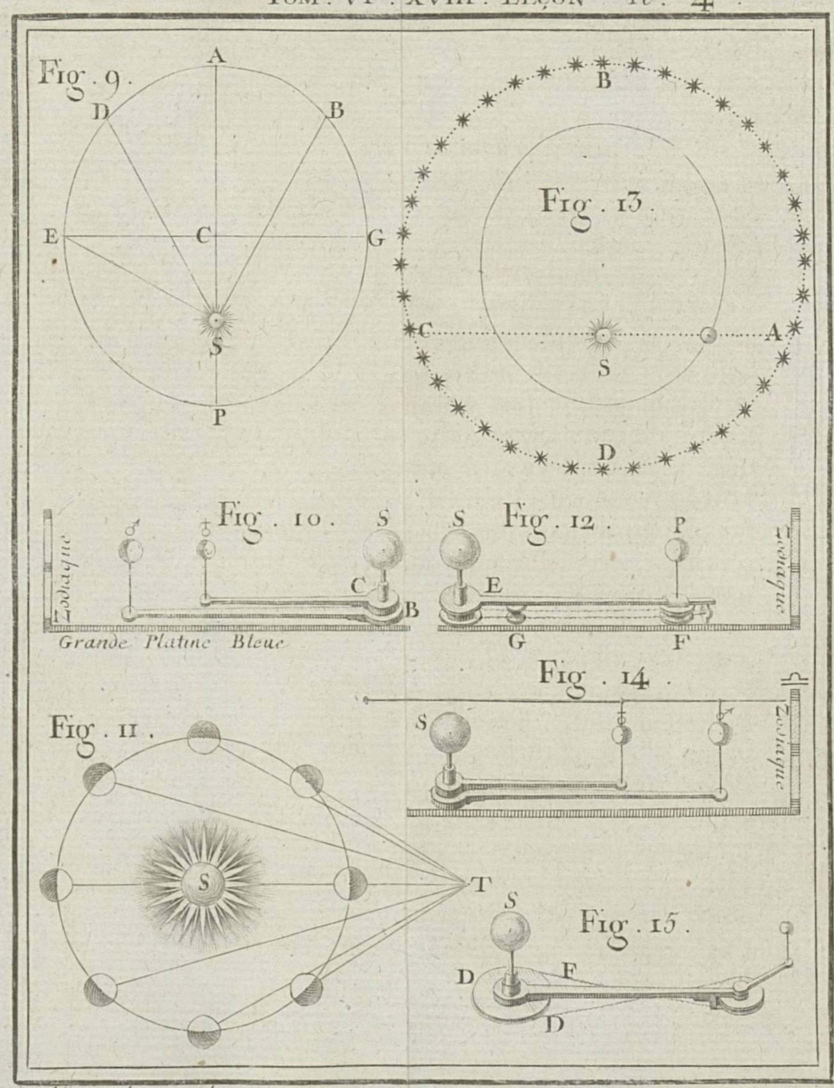
XVIII. LEÇON.

de le quantité dont le premier de ces deux mouvements surpasse l'autre.

On voit donc par cette 4e opération du planétaire, comment on peut rendre raison des accélérations, retardements, stations & rétrogradations des planetes observées de la Terre, en considérant que le Spectateur est continuellement emporté d'un lieu dans un autre par une révolution qui se fait en plus ou en moins de temps que celle de la planete qu'il observe; ce qui la lui fait voir souvent où elle n'est pas; & en faisant attention que les apparences résultent non-seulement du mouvement propre de cette planete, mais de celui-ci combiné avec celui de la Terre où est placé l'Observateur.

Hypothese de Ptolomée sur le mouvement des Planetes.

PTOLOMÉE n'en étoit pas quitte à si peu de frais pour expliquer ces sortes d'irrégularités; il étoit obligé de recourir à des suppositions ingénieuses à la vérité, mais qui dérogent beaucoup à cette simplicité que nous reconnoissons dans toutes les opérations de la nature, quand nous sommes assez heu-



Gobin del . et Sculp .

reux pour découvrir ſon ſecret. On ne ſera peut-être pas fâché d'apprendre comment ce célebre Aſtronome avoit imaginé que les planetes, dans le cours de leurs révolutions, devenoient accélérantes, retardantes, ſtationnaires, rétrogrades, &c. J'en vais donner une légere idée par l'opération ſuivante.

CINQUIEME OPERATION.

AYANT enlevé les pieces de l'opération précédente, mettez la poulie *DD* au centre de la platine bleue, en faiſant entrer les deux pivots dans les trous marqués des mêmes lettres. Ajuſtez au canon extérieur 3, la piece *F*, ayant ſoin que la corde ſans fin ſoit croiſée, & qu'elle embraſſe d'une part la poulie *DD*, & de l'autre part celle qui eſt à l'extrémité de la tige qui porte la planete, comme on le peut voir par la *Figure* 15. Imaginez de plus que la Terre ou l'Obſervateur eſt au centre du planétaire *S*, & que la planete eſt illuminée.

Tournez la manivelle pour faire avancer la tige qui porte le petit

XVIII. LEÇON.

globe, vous verrez qu'il décrit dans ſon orbite une eſpece de courbe, (*fig.* 16), qu'on nomme *épicycloïde*, laquelle étant ſuppoſée, on peut, juſqu'à un certain point, rendre raiſon de ces irrégularités qu'on obſerve dans les révolutions de planetes.

APPLICATIONS.

LORSQUE la planete eſt dans la partie ſupérieure de ſon épicycloïde en *A*, par exemple, elle ſe meut ſuivant l'ordre des ſignes du Zodiaque, comme ſi elle étoit uniquement tranſportée par le rayon *T A*. Mais le mouvement d'épicycloïde venant à ſe joindre au mouvement direct, la fait avancer en *B*, en *C*, en *D*, &c, c'eſt-à-dire, plus qu'elle ne feroit, ſi elle n'avoit que le dernier de ces deux mouvements : c'eſt ainſi qu'on peut expliquer ſes accélérations.

Vers la partie inférieure *E*, le mouvement d'épicycloïde n'ajoute preſque plus rien au mouvement direct, parce que ſa direction n'eſt plus ſelon l'ordre des ſignes, mais preſque parallele au rayon *F T* de l'orbite,

bite, & cela rend raiſon des retardements de la planete. Vers *F*, le mouvement d'épicycloïde commence à ſe faire en ſens contraire du mouvement direct ; d'abord l'un compenſe juſtement l'autre, & par cette raiſon, le Spectateur placé en *T*, voit l'aſtre pendant quelque temps au même lieu du Ciel, & le juge ſtationnaire.

XVIII. LEÇON.

Enfin le mouvement d'*F* en *G*, devenant plus rapide que le mouvevement direct, fait plus que compenſer celui-ci; & par l'excès de l'un ſur l'autre, la planete ſe meut pendant quelque temps contre l'ordre des ſignes, & devient rétrograde.

Cette maniere d'expliquer les irrégularités des planetes eſt tout-à-fait ingénieuſe ; c'eſt dommage qu'elle manque de cette ſimplicité qui caractériſe tout ce que fait la nature, & qui exige que nous donnions la préférence aux hypothèſes qui s'en écartent le moins. A ce titre les explications de Ptolomée doivent le céder à celles de Copernic, qui ne ſuppoſent rien que l'inſtabilité de l'Obſervateur cauſée par le mouve-

ment de la Terre autour du Soleil, mouvement indiqué par l'exemple des autres planetes, & constaté de nos jours par les preuves les plus décisives.

XVIII. LEÇON.

Pourquoi les planetes ne s'éclipsent que rarement dans leurs oppositions & conjonctions.

QUAND on pense que toutes les planetes, tant du premier que du second ordre, font leurs révolutions les unes plus promptement que les autres; non-seulement on doit conclure qu'elles changent continuellement d'aspects entr'elles, comme nous l'avons remarqué plus haut; mais une conséquence qui se présente encore naturellement à l'esprit, c'est que dans le temps des conjonctions, celle qui passe plus près du Soleil, doit couvrir de son ombre & éclipser la plus éloignée; & c'est effectivement ce qui ne manqueroit pas d'arriver, si toutes les orbites étoient dans un seul & même plan: car alors les planetes, en les parcourant, passeroient à coup sûr les unes devant les autres, & causeroient autant d'éclipses. Mais la sagesse du Créateur y a pourvu: de toutes les orbites il n'y en a pas deux qui soient en même plan. Elles sont toutes plus ou

moins inclinées les unes aux autres, de maniere que quand deux planetes passent l'une devant l'autre, il arrive presque toujours que la plus éloignée reçoit les rayons du Soleil, qui viennent par-dessus ou par-dessous celle qui passe entre cet astre & elle: vous verrez ceci d'une maniere sensible, en faisant ce qui suit.

XVIII. Leçon.

Sixieme Operation.

Aprés avoir ôté ce qui a servi dans l'opération précédente, prenez dans le coffret un cercle de cuivre qui a deux piliers *H*, *H*, (*fig.* 17); placez leurs pivots dans les trous marqués des mêmes lettres sur la grande platine, & rendez les bords du cercle paralleles à l'écliptique. Ajustez la piece *I* au canon extérieur 3, & remettez la grosse boule dorée au centre pour représenter le Soleil, comme dans la *Figure*.

Si vous tournez la manivelle jusqu'à ce que la tige qui porte la petite boule ait fait un tour entier, vous observerez que le bout qui est tourné vers le Zodiaque, décrit précisément l'écliptique, & que la pe-

XVIII. LEÇON.

tite boule *T* qui repréſente ici la Terre, parcourt une orbite qui eſt dans le plan de ce même cercle.

Inclinez enſuite le cercle de cuivre d'une médiocre quantité, au plan de l'écliptique, (*fig.* 18), & tournez de nouveau la manivelle.

Vous obſerverez que le bout de la tige qui porte la boule *P*, décrit un cercle qui coupe obliquement celui de l'écliptique en deux points diamétralement oppoſés ; ce qui fait que cette boule, qu'on doit prendre ici pour toute autre planete que la Terre, répond à des endroits du Zodiaque, tantôt plus haut, tantôt plus bas que l'écliptique.

APPLICATIONS.

Orbites des Planetes inclinées plus ou moins les unes que les autres au plan de l'écliptique.

ON peut voir, par cette opération, comment toutes les planetes (en exceptant la Terre) ont des orbites plus ou moins inclinées au plan de l'écliptique; chacune d'elles, pendant ſa révolution, s'abaiſſe donc d'une certaine quantité au-deſſous de cette ligne, pour remonter enſuite d'autant au-deſſus : ce ſont ces écartements de part & d'autre qu'on

nomme *latitude* des planetes ; plus ces latitudes ſont différentes lorſque les planetes paſſent les unes devant les autres, moins celles-ci courent riſque de s'éclipſer. XVIII. Leçon.

On nomme *latitude ſeptentrionale* celle que prend une planete dans la partie du Zodiaque, appartenant à l'hémiſphere boréal ; & *latitude méridionale*, celle qu'elle a dans la partie de cette même Zone qui dépend de l'hémiſphere auſtral. Or il arrive ſouvent que de deux planetes qui ſont en conjonction, l'une eſt au-deſſus, l'autre au-deſſous de l'écliptique, avec une certaine latitude ; elles ſont encore moins dans le cas de l'éclipſe.

Quoique les orbites ſoient diverſement inclinées entr'elles & au plan de l'écliptique, elles ont cela de commun, qu'elles coupent cette ligne circulaire en deux points diamétralement oppoſés, qu'on appelle *les nœuds*. Et comme chaque planete, en parcourant ſon orbite, ſe trouve dans un de ſes nœuds, en paſſant de la partie inférieure du Zodiaque à la partie ſupérieure, &

Nœuds des Orbites.

XVIII. LEÇON.

dans l'autre, en retournant de celle-ci dans celle-là, on a nommé le premier *nœud ascendant*, & le second *nœud descendant*, & l'on appelle *ligne des nœuds*, celle qui aboutit de l'un à l'autre en traversant l'orbite.

A l'exception de la Lune, toutes les autres planetes ont des orbites fixes ; c'est-à-dire, que chacun de ces astres, en faisant ses révolutions périodiques, coupe toujours l'écliptique aux mêmes points, en montant & en descendant, & que ses plus grandes latitudes septentrionale & méridionale, sont constamment aux mêmes endroits du Zodiaque ; ou si ces 4 points sont sujets à quelques variations, elles sont si peu considérables qu'on peut les négliger ici.

Cometes. Leur nature.

OUTRE les six planetes primitives qui tournent autour du Soleil, & que nous ne perdons point de vue, pour ainsi dire, il paroît de temps-en-temps au Ciel d'autres astres qu'on croit être de même nature qu'elles, mais qui se montrent sous une forme différente, & pour peu de temps.

Ces corps, que l'on nomme *Co-*

metes, ne ſont pas des météores, comme on l'a cru d'abord, & comme quelques Auteurs l'ont prétendu depuis; il eſt prouvé d'une maniere inconteſtable, qu'ils ſont toujours plus élevés que la Lune, & par conſéquent bien au-delà de notre atmoſphere. Ils ne deviennent viſibles pour nous, que quand la partie de leur ſurface, qui eſt illuminée par le Soleil, eſt aſſez proche pour être apperçue de la Terre; & pluſieurs d'entr'eux ont paſſé ſi près de cet aſtre, que s'ils n'euſſent été bien compactes & bien ſolides, ils euſſent été immanquablement conſumés par la chaleur exceſſive qu'ils ont dû éprouver.

Leurs figures.

LA partie la plus lumineuſe d'une comete, eſt ordinairement enveloppée d'une eſpece d'atmoſphere moins brillante: pour diſtinguer ces deux parties l'une de l'autre, on appelle la premiere *le Noyau*, & la ſeconde *la Chevelure*; de-là vient le nom de *Comete*, c'eſt-à-dire aſtre chevelu ([a]).

La comete ordinairement traîne encore après elle une queue lumi-

(*a*) Du mot Latin *Coma*, qui ſignifie chevelure.

XVIII. LEÇON.

neuse, qui est quelquefois très-longue, toujours opposée au Soleil, & qu'on croit être une vapeur occasionnée par la chaleur de cet astre; car on remarque que cette queue augmente & diminue, suivant que la comete se trouve plus ou moins près de lui.

La rareté de leurs apparitions.

POUR expliquer les rares apparitions des cometes, les Astronomes ont imaginé qu'elles faisoient leurs révolutions dans des ellipses fort alongées. Le Soleil occupant l'un des foyers, comme aux orbites des planetes, on peut comprendre par la seule inspection de la figure 19, pourquoi ces astres sont si long-temps à reparoître dans notre systême planétaire; car premiérement la partie *A B C* leur donne bien plus de chemin à faire, que la petite portion qui embrasse de plus près le Soleil. Et en second lieu l'analogie des autres mouvements célestes nous porte à croire qu'elles ralentissent leurs marches en s'éloignant de cet astre, comme elle l'accélerent à mesure qu'elles s'en approchent.

Il n'en est pas des orbites des cometes

Cometes comme de celles des planetes ; celles-ci ne s'écartent point de l'écliptique au-delà de ſept à huit degrés ; la largeur du Zodiaque les contient toutes, & ſuffit à leur plus grande latitude ; au lieu que ces ellipſes ou ces paraboles, que décrivent les cometes par leurs révolutions périodiques, ſe portent vers des parties du Ciel fort différentes les unes des autres, ſoit dans l'hémiſphere ſeptentrional, ſoit dans l'hémiſphere méridional.

XVIII. LEÇON.

Aberrations de leurs orbites par rapport à l'Ecliptique.

Il eſt à remarquer auſſi que ces aſtres different encore des planetes en ce qu'ils ne marchent pas toujours comme elles, ſelon l'ordre des ſignes, c'eſt-à-dire, d'Occident en Orient ; mais ſouvent on leur voit tenir une route toute oppoſée ; au lieu du mouvement direct, ils ont celui qu'on nomme *rétrograde*.

Leurs rétrogradations par rapport aux ſignes du Zodiaque.

Séneque avoit raiſon de dire ([a]) avec pluſieurs Philoſophes de la plus haute antiquité, que les cometes ne ſont point des feux accidentels & paſſagers, mais de véritables aſtres

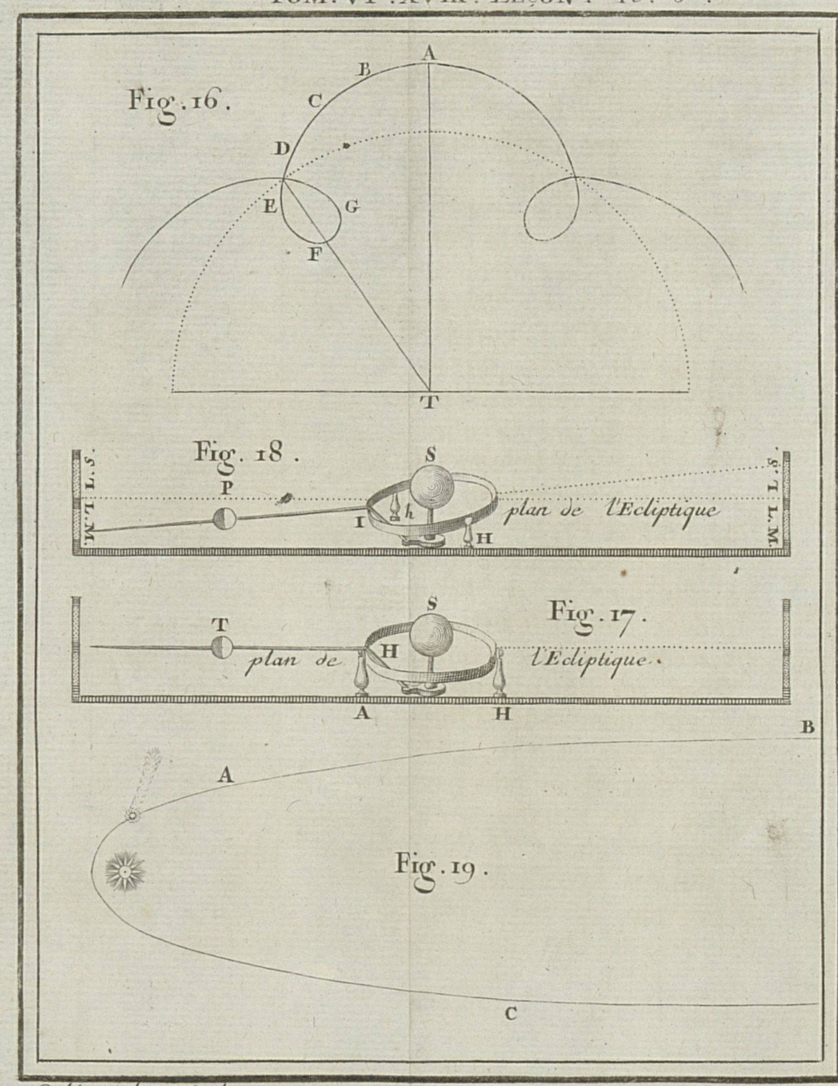
([a]) Queſtions Naturelles, Liv. 7, Chap. III.

XVIII. LEÇON.

aussi permanents que les autres, & qu'un jour viendroit que le secret de la nature, à l'égard de ces phénomenes, seroit enfin dévoilé. Cette prédiction s'accomplit de nos jours; Halley faisant usage de la théorie de Newton, osa le premier prédire pour l'année 1757 ou 1758, le retour de la comete qui avoit paru en 1682; MM. Clairaut & d'Alembert, par des méthodes plus sûres, & par des théories plus approfondies, ont annoncé la même chose avec une précision que l'événement a justifiée: cette comete fut apperçue à Paris le 21 Janvier 1759.

Prédictions de leurs retours vérifiées.

Ces feux célestes dont la forme extraordinaire & l'apparition imprévue faisoit naître ci-devant la terreur ou la joie, suivant les affections ou le caprice de ceux qui cherchoient à les interpréter, doivent donc être regardés aujourd'hui par tout le monde, comme des astres dont le cours est assujetti à des loix constantes, & qui n'influent pas plus sur nos affaires que Jupiter ou Saturne.



Gobin del. et Sculp.

XVIII. LEÇON.

II. SECTION.

Où l'on fait connoître plus particuliérement les mouvements du Soleil, de la Terre & de la Lune, avec les Phénomenes qui en résultent.

LE GLOBE terrestre est notre habitation ; le Soleil & la Lune sont les deux principaux luminaires qui répandent la clarté sur tous les objets qu'il nous importe de connoître, & qui vivifient par une douce chaleur, ce qui doit s'engendrer, croître mûrir pour satisfaire à nos besoins : le cours de ces deux astres mesure les temps qui partagent notre vie, & qui reglent nos actions. Tous ces titres, & tant d'autres qu'il seroit superflu de rappeller ici, semblent exiger de nous une attention particuliere pour ces trois corps ; ainsi je vais reprendre & continuer les opérations du Planétaire.

XVIII. LEÇON.

SEPTIEME OPERATION.

IL faut faire defcendre la tige de la manivelle par les trous qui traverfent les grands cercles au figne du Bélier, pour faifir le quarré d'acier qui excéde un peu le plan du fecond de ces cercles.

Prenez enfuite dans le coffret un petit globe terreftre, armé d'un méridien & d'un horizon de cuivre; & dont l'axe prolongé au-delà du pole antarctique, tourne librement dans le milieu d'une efpece de cadran divifé en 24 parties égales, & fous lequel eft une roue dentée.

Faites entrer cette roue, qui eft percée au centre, fur une tige d'acier qui excede le plan du cercle lunaire.

Faites tourner la platine bleue jufqu'à ce que le globe terreftre réponde au premier degré du Capricorne, & tournez le petit cadran au centre duquel eft implanté fon axe, de maniere que l'hémifphere auftral réponde à ce même point du Zodiaque.

Ayez foin d'incliner auffi le petit

horizon ſuivant le degré de latitude d'un lieu quelconque, par exemple, de Paris.

Mettez le globe doré qui repréſente le Soleil au centre du planétaire : faites paſſer dans un trou qui traverſe diamétralement cette boule, une aiguille de cuivre que vous trouverez dans le coffret, & qui a un ſupport marqué *K*, dont il faudra enfoncer le pivot dans un trou déſigné par la même lettre ſur la platine : voyez *la Figure* 20 qui repréſente toutes ces pieces enſemble ; la grande platine étant repréſentée par ſon diametre *A A*, & les deux parties diamétralement oppoſées du Zodiaque par les deux lignes *A B*, *A D*.

Il faut de plus imaginer que les grands cercles qui repréſentent le Zodiaque ou le Ciel étoilé, ſont tellement agrandis, que la diſtance qu'il y a entre le globe terreſtre *T* & la boule dorée *S*, ſoit preſque nulle, & qu'on puiſſe regarder la Terre comme étant ſenſiblement au centre de la machine.

Tout étant ainſi diſpoſé, ſi vous

XVIII. LEÇON.

faites faire à la Terre un tour entier sur son axe d'Occident en Orient, vous pourrez observer, 1°, que l'aiguille qui vient de la boule dorée, & qui représente un rayon central du Soleil, trace sur le globe terrestre un cercle qui est celui qu'on nomme *le tropique du Cancer*; & que le bout de l'aiguille parcourt d'Orient en Occident les différents points de ce cercle.

2°, Que l'horizon coupe obliquement ce cercle en deux parties inégales, dont la plus grande est au-dessus, & l'autre au-dessous.

3°, Que si l'on change la position de l'horizon, ces deux parties du cercle tracé par l'aiguille, different d'autant moins de grandeur entr'elles, que les bords de l'horizon s'approchent davantage des poles du globe; de sorte que quand ils passent précisément par ces deux points, le cercle dont il s'agit, est divisé en deux parties parfaitement égales.

4°, Que si au contraire on approche l'horizon de l'équateur, de maniere qu'il soit contenu entre les deux tropiques du Cancer & du Ca-

pricorne, le cercle tracé par l'aiguille se trouve tout entier au-dessus.

APPLICATIONS.

XVIII. LEÇON.

Figure de la Terre.

LA TERRE est un corps sphérique, ou à peu-près ([a]). L'on n'en peut pas douter quand on considere que les différentes parties de sa surface ne reçoivent que successivement la lumiere du Soleil ; car si elle étoit plane, tous les peuples qui l'habitent appercevroient cet astre & tous les autres en même temps, comme une chandelle allumée qu'on éleve au bord d'une table, devient visible aussi-tôt d'un bout à l'autre.

Ce qui prouve encore la sphéricité de la Terre, c'est qu'en cheminant de quelque côté que ce soit dans la plaine la plus unie, nous perdons de vue les objets dont nous nous éloignons, tandis que nous en découvrons de nouveaux en avançant.

Je n'insiste pas davantage sur cette vérité, parce qu'elle est suffisamment connue de tout le monde ; mais il

(*a*) Voyez ce que j'ai dit de la figure de la Terre dans la VI[e] Leçon, Tom. II, pag. 148 & suiv.

XVIII. LEÇON.

eſt à propos de remarquer que cet arrondiſſement de la Terre ne nous permet pas de voir bien loin autour de nous ; quand nous nous trouvons en plein champ, il nous ſemble toujours que nous ſommes au centre d'un eſpace circulaire, dont le diametre, à en juger par les objets connus, peut avoir 12 ou 15 lieues, peut-être davantage ſi ces objets ont beaucoup de hauteur, ou que nous ſoyons placés dans un lieu fort élevé ; mais ſur une mer calme, dans une plaine très-vaſte & fort unie, il eſt aiſé de démontrer que l'œil placé à 6 pieds au-deſſus du terrein, perd de vue les objets qui ſont à raze-terre, quand ils ſont à une diſtance de 2557 toiſes ; ce qui ne donne pas trois lieues communes de France pour le diametre de l'eſpace circulaire dont il s'agit.

La circonférence de ce cercle, toute petite qu'elle eſt, paroît pourtant toucher le Ciel : c'eſt que le Spectateur placé en *a*, (*fig.* 21), n'appercevant point la diſtance *b h*, rapporte les objets viſibles les plus éloignés au point *b* où ſe termine la portée de ſa vue ſur la Terre.

XVIII. LEÇON.

Horizon tant rationel que sensible.

LE plan de ce cercle prolongé ou étendu jusqu'au Ciel étoilé, est ce qu'on nomme *l'horizon* ; tout ce qui est au-dessus est visible pour nous, tout ce qui est au-dessous nous est caché. Si l'on avoit l'œil au centre de la Terre, l'horizon représenté par son diametre *H H*, partageroit exactement la sphere en deux parties égales ; quand on est à la surface, comme en *a*, par exemple, il est aisé de voir que l'horizon rend l'hémisphere supérieur plus petit que l'hémisphere inférieur ; mais si l'on considere combien la Terre est petite en comparaison de la vaste étendue des Cieux, on concevra tout d'un coup que le demi-diametre *T a*, n'est, pour ainsi dire, qu'un point, par comparaison à la ligne *T H*, & que *h h* ne differe pas sensiblement de celle-ci.

Cependant comme ce dernier horizon *H H*, dont le plan passe par le centre de la Terre, n'est sujet à aucune variation de grandeur, & que l'autre, par certaines circonstances, peut nous laisser voir un peu plus ou un peu moins de la voûte céleste,

XVIII. LEÇON.

les Aſtronomes ont jugé à propos de les diſtinguer en appellant *H H*, *Horizon rationel*, & *h h*, *Horizon ſenſible*.

Puiſque chacun eſt au centre de ſon horizon, il faut conclure qu'on en peut compter autant qu'il y a de points à la ſurface de la Terre, & que nous en changeons à chaque pas que nous faiſons dans quelque direction que ce ſoit ; l'horizon de Paris n'eſt donc pas celui de Lyon ; une partie de l'hémiſphere céleſte, qui eſt apparent ſur celui-ci, ne ſe voit pas en même temps ſur celui-là.

Poles de l'horizon, Zénith & Nadir.

LES Aſtronomes, pour certains uſages, ont imaginé une ligne droite qui paſſe perpendiculairement par le centre de l'horizon, & qui ſe termine à la voûte céleſte, d'une part au point *Z*, & de l'autre au point *N*; le premier de ces deux points s'appelle *le Zénith*, & le ſecond *Nadir*. On pourroit les regarder comme les poles de l'horizon ; ils changent comme lui pour chaque lieu.

Conſidérons maintenant ce qui doit réſulter de la rotation de la Terre autour de ſon axe, pour ces différents horizons ; ce mouvement

suppose à la surface du globe terrestre deux points diamétralement opposés sur lesquels il roule, c'est ce qu'on nomme *les Poles* : pour les distinguer entr'eux, on nomme celui qui est dans la partie du Nord, *le Pole arctique*, ou *boréal*, ou *septentrional* ; on appelle l'autre *le Pole antarctique*, ou *austral*, ou *méridional*. Voyez *la Figure* 22 qui représente les poles de la Terre, ceux de l'horizon, & les principaux cercles de la sphere, par leurs diametres.

Poles du monde.

SUPPOSONS donc premiérement un Observateur placé sur la Terre, dans un lieu également éloigné des deux poles, à Quito, par exemple, qui est une des principales villes du Pérou, (*fig.* 23) : cet homme emporté par le mouvement diurne de la Terre, passe en 24 heures par tous les points d'un grand cercle qui divise le globe en deux hémispheres égaux. Ce cercle qu'on imagine comme subsistant, parce qu'il est d'un grand usage dans la Géographie, est celui qu'on nomme *l'Equateur terrestre* : tout Spectateur, placé sur sa circonférence, jouit à son tour des

Les différentes positions de la Sphere.

XVIII. LEÇON.

apparences célestes dont nous allons faire mention.

La Sphere oblique.

Si celui que nous supposons ici est tourné de maniere qu'il ait à sa gauche le pole arctique, & à sa droite le pole antarctique ; dès qu'il est nuit, il voit toutes les étoiles qui bordent cette moitié de l'horizon qui se présente à lui, monter peu-à-peu d'un mouvement commun jusqu'à un certain point, & descendre ensuite jusqu'au bord opposé, chacune ayant décrit au Ciel un demi-cercle pendant douze heures ; & après un pareil espace de temps, il voit les mêmes étoiles reparoître, & faire un trajet semblable à celui de la nuit précédente.

Il voit faire sensiblement la même chose au Soleil, à la Lune, & aux autres planetes ; mais comme ces astres, outre cette révolution commune qui n'est qu'apparente, ont un mouvement qui est particulier à chacun d'eux, il a des différences à observer à leur égard dont je parlerai dans la suite.

Quoique le mouvement du Ciel étoilé ne soit qu'apparent, il ne faut

pas moins imaginer qu'il se fait sur deux points qui répondent à ceux sur lesquels le globe terrestre se meut réellement ; ces deux points s'appellent *les Poles du monde* ; ils se distinguent par les mêmes noms que ceux de la Terre, & sont tous deux dans la circonférence de l'horizon pour les habitants de l'équateur.

On étend aussi le plan de l'équateur terrestre jusqu'au Ciel étoilé, pour distinguer les deux hémispheres célestes qui répondent à ceux dont ce même cercle fait la séparation sur la Terre. On le nomme aussi *Ligne équinoxiale*, pour des raisons qu'on verra ci-après. Revenons à notre Spectateur Péruvien.

Toutes les étoiles lui paroissent donc décrire des demi-cercles au-dessus de l'horizon, & il doit penser qu'elles en font autant au-dessous ; car cette apparence résulte de la rotation de la Terre qui est continue & uniforme, & la durée de leur absence est égale à celle de leur apparition.

Ces cercles sont paralleles entr'eux, puisque chaque étoile est fixe dans sa position, & que le mou-

XVIII. LEÇON. vement qu'elle paroît avoir eſt commun à toutes ; c'eſt ſans doute le parallélíſme de ces cercles qui n'exiſtent qu'en idée, qui a porté les Aſtronomes & les Géopraphes à tracer ſur les globes terreſtres, depuis l'équateur juſqu'aux poles, toutes les lignes circulaires, qu'on nomme *paralleles* ou *cercles de latitude*. Mais ce qui diſtingue particuliérement le climat dans lequel nous ſuppoſons ici qu'on obſerve les mouvements céleſtes, c'eſt que tous les aſtres qui ſe levent pour commencer, ou qui terminent en ſe couchant les demi-cercles dont nous venons de parler, ont toujours une direction perpendiculaire à l'horizon, ce qu'on appelle avoir *la ſphere droite* (*Fig.* 23).

Toutes les étoiles qui ſe ſont levées en même temps, notre Spectateur les voit arriver enſemble au bout de ſix heures, à leur plus grande hauteur ; elles ſont alors rangées d'un pole à l'autre dans un demi-cercle, qu'on nomme *le méridien*, parce qu'il diviſe en deux parties égales la portion de cercle que chaque aſtre, & par conſéquent

le Soleil paroît décrire ſur l'horizon, ainſi que le temps qu'il emploie à l'éclairer : comme ce demi-cercle comprend tous les points de plus grande hauteur des aſtres, on imagine bien que tous les points de leur plus grand abaiſſement ſous l'horizon, forment un autre demi-cercle, qui fait avec le méridien un cercle entier ; l'un détermine le *Midi*, & l'autre le *Minuit* : ce cercle idéal qui coupe l'horizon à angles droits en paſſant par les poles du monde, & par le zénith de chaque lieu, ſe multiplie autant qu'il y a de diviſions à l'équateur ; & c'eſt ce qu'on nomme ſur le globe terreſtre, *degrés de longitude* : on les compte d'Occident en Orient, & la plupart des Géographes modernes prennent pour prémier méridien, celui qui paſſe par l'Iſle-de-Fer, la plus occidentale des Canaries.

Dans la ſphere droite, comme dans la ſphere oblique dont nous parlerons bientôt, le Soleil, la Lune, & les autres planetes ne ſe levent & ne ſe couchent pas toujours aux mêmes points de l'horizon com-

XVIII. LEÇON.

me les étoiles fixes : les orbites que ces aſtres parcourent par leurs mouvements propres, coupant obliquement l'équateur, on les voit tantôt au Nord, tantôt au Sud de ce cercle; ainſi, ſelon qu'ils ſont plus ou moins avancés de l'un ou de l'autre côté, leurs levers & leurs couchers déclinent de l'équateur à droite ou à gauche d'une quantité plus ou moins grande. Cet écartement ſe nomme *déclinaiſon*, & ſe meſure par l'arc du méridien intercepté entre l'équateur & le point où l'aſtre coupe le méridien.

Mais ce qu'il y a de remarquable à cet égard dans la ſphere droite, c'eſt que quelque déclinaiſon ſeptentrionale ou méridionale qu'un aſtre puiſſe avoir, ſa préſence ſur l'horizon eſt toujours de 12 heures ; la durée du jour par conſéquent y eſt perpétuellement égale à celle de la nuit. Delà vient, ſans doute, que dans ces climats que l'on nomme *la Zone torride*, la chaleur qui devroit être exceſſive, eu égard à l'action directe du Soleil, y eſt cependant ſupportable ; la longueur

gueur des nuits donne le temps à la Terre & à l'atmoſphere de ſe rafraîchir.

XVIII. LEÇON.

Tranſportons à préſent notre Obſervateur dans quelque endroit de la Terre, qui ſoit ſitué entre l'équateur & l'un des deux poles, à Paris, par exemple, & voyons comment le mouvement diurne du globe lui fera voir le Ciel.

Il faut conſidérer, avant toutes choſes, que ſon zénith n'étant éloigné du pole que d'environ 41 degrés, le point ſeptentrional de ſon horizon doit être abaiſſé de 49 degrès ou environ au-deſſous de ce même pole : car il faut que ces deux diſtances, celle du zénith au pole, & celle du pole à l'horizon, égalent enſemble 90 degrés, qui eſt la quantité dont le zénith eſt toujours éloigné de l'horizon ; & comme le plan de l'équateur coupe l'axe de la Terre à angles droits, on doit penſer que ce cercle s'éloigne du zénith, & s'incline à la partie auſtrale de l'horizon de la même quantité dont le pole arctique eſt élevé au-deſſus de la partie oppoſée *H*, (*fig* 22).

XVIII. LEÇON.

Quand l'équateur & ses paralleles sont inclinés à l'horizon, cela s'appelle avoir *la sphere oblique* ; & cette obliquité peut augmenter depuis la sphere droite jusqu'à celle où l'horizon & l'équateur sont dans le même plan, & qu'on nomme pour cela *la sphere parallele* ; de sorte que suivant la position des lieux, le pole peut s'élever sur l'horizon depuis o jusqu'à 90 degrés. Revenons à la position de Paris, où le pole est élevé d'environ 49 degrés comme je l'ai dit plus haut.

La Sphere oblique.

LE Spectateur tournant avec la Terre, passe par tous les points d'un cercle plus petit que l'équateur terrestre, incliné comme lui à l'horizon, & qui coupe le méridien au 49e degré de latitude septentrionale ; & il met à faire cette révolution autant de temps que s'il étoit dans l'équateur, c'est-à-dire 24 heures. Voilà ce qu'il y a de réel, & ce qu'il n'apperçoit pas cependant ; parce que tout ce qui est autour de lui, est emporté avec lui d'un mouvement commun, qui ne cause aucun changement dans la position respective

des objets qui l'environnent aussi loin que sa vue peut s'étendre. XVIII. LEÇON.

S'il considere le Ciel pendant la nuit, il voit une partie des étoiles sortir du bord oriental de l'horizon, monter au méridien, descendre vers l'Occident pour se coucher, & reparoître la nuit suivante pour recommencer la même révolution.

Il peut remarquer, 1°, que chacune de ces révolutions se fait dans un cercle parallele à l'équateur, par conséquent incliné de la même quantité que lui à l'horizon.

2°, Que ceux de ces astres qui appartiennent à l'hémisphere septentrional, décrivent depuis leur lever jusqu'à leur coucher des portions de cercles plus grandes, & demeurent plus de temps sur l'horizon que ceux de l'hémisphere méridional.

3°, Que ces différences vont en augmentant à proportion que ces astres sont plus loin de l'équateur de part & d'autre.

4°, Qu'à latitudes égales, ceux de l'hémisphere austral, demeurent autant de temps sous l'horizon que ceux de l'hémisphere boréal en passent dessus.

XVIII. LEÇON.

5°, Que les étoiles qui répondent à une distance de l'équateur vers le Sud plus grande que de 41 degrés, ne paroissent jamais sur l'horizon; & que celles qui s'écartent de ce cercle de 41° vers le Nord, font leurs révolutions entieres sur l'horizon, & ne se couchent jamais.

Quant aux astres qui passent, comme nous l'avons déja dit, d'un hémisphere à l'autre, tels que le Soleil, la Lune, & les autres planetes, les arcs qu'ils décrivent sur l'horizon, & le temps qui s'écoule depuis leur lever jusqu'à leur coucher, ont les mêmes rapports entr'eux que ceux des étoiles qui sont dans les mêmes zones du Ciel. C'est-à-dire, par exemple, que quand le Soleil a passé l'équateur, & qu'il est dans l'hémisphere septentrional, il est plus long-temps sur l'horizon que dessous, les jours sont plus longs que les nuits, & d'autant plus longs que cet astre est plus avancé dans cet hémisphere; c'est tout le contraire avec les mêmes proportions, lorsqu'il est dans l'hémisphere austral; & il en est de même de la Lune.

On voit aiſément que tout ce qu'il y a de particulier pour cette poſition de la ſphere, réſulte néceſſairement du mouvement diurne & réel de la Terre, eu égard à l'obliquité de ſon axe de rotation : car chaque lieu du globe terreſtre faiſant une révolution circulaire, l'aſtre qui ſe trouve vis-à-vis de lui, quand il la commence, doit répondre ſucceſſivement & en ſens contraire à tous les points d'un pareil cercle. Cette correſpondance ſuivie, donne donc à l'aſtre une apparence de circulation qui doit imiter en tout le mouvement réel qui en eſt la cauſe. Voilà pourquoi les étoiles qui correſpondent à ceux des paralleles terreſtres, que l'élévation du pole tient tout entiers hors de l'horizon, paroiſſent circuler de maniere qu'elles ne ſe couchent jamais ; & que celles qui ſont dans le cas oppoſé ne ſe levent point. Voilà pourquoi tous les autres aſtres intermédiaires paroiſſent circuler obliquement à l'horizon, & demeurent deſſus d'autant plus long-temps, qu'ils répondent à des paralleles moins diſtants du pole

XVIII. LEÇON.

arctique. Disons un mot de la sphere parallele.

La Sphere parallele.

J'ai déja dit qu'on appelle ainsi la sphere d'un lieu dont l'horizon est dans le plan même de l'équateur, (*fig.* 24) : il faut pour cela avoir son zénith au pole du monde ; un homme placé en tel endroit sur la terre, par exemple, au pole arctique, ne pourroit voir que cette moitié du Ciel qu'on nomme *l'hémisphere septentrional* ; toutes les autres étoiles seroient perpétuellement cachées pour lui, puisqu'elles seroient à son égard au-delà de l'équateur qu'on suppose confondu avec l'horizon. Cet homme debout tourneroit comme sur un pivot de droite à gauche ; mais comme ce mouvement, qui seroit très-égal & fort lent, puisqu'il ne lui feroit faire qu'un tour en 24 heures, ne changeroit rien au rapport qu'ont avec lui les objets terrestres ; il ne manqueroit pas de l'attribuer aux différentes parties du Ciel, parce qu'il leur verroit changer continuellement de position relativement à lui, & dans un sens opposé ; il croi-

roit donc les voir tourner de gauche à droite autour de lui.

Les étoiles lui paroîtroient décrire des cercles entiers, tous paralleles entr'eux & à l'horizon ; parce que dans cette position de la sphere dont il s'agit ici, le zénith qui est le pole de l'horizon, se trouve être aussi celui du monde, sur lequel roulent tous ces mouvements apparents : & par la même raison les astres les moins élevés lui paroîtroient faire leurs révolutions dans de plus grands cercles que les autres.

Les planetes ayant leurs mouvements propres dans des orbites qui ne s'écartent pas bien considérablement du plan de l'écliptique, se trouvent par conséquent comme ce cercle, tantôt d'un côté de l'équateur, tantôt de l'autre, c'est-à-dire, dans un temps au-dessus, & dans un autre temps au-dessous de l'horizon. Chacune d'elles ayant, comme les étoiles, des révolutions apparentes & circulaires de 24 heures, ne cesse pas d'être visible pendant la moitié du temps qu'il lui faut pour parcourir son ellipse. L'habitant du pole,

XVIII. LEÇON. s'il y en a, voit donc circuler le Soleil pendant six mois autour de lui, & la Lune pendant 14 jours & quelque chose de plus; après quoi il seroit autant de temps sans les revoir, si des causes particulieres, dont je parlerai par la suite, ne prolongeoient la présence de ces astres au-delà du temps qu'ils ont à être sur l'horizon; mais tout ceci s'entendra mieux après l'opération suivante du planétaire.

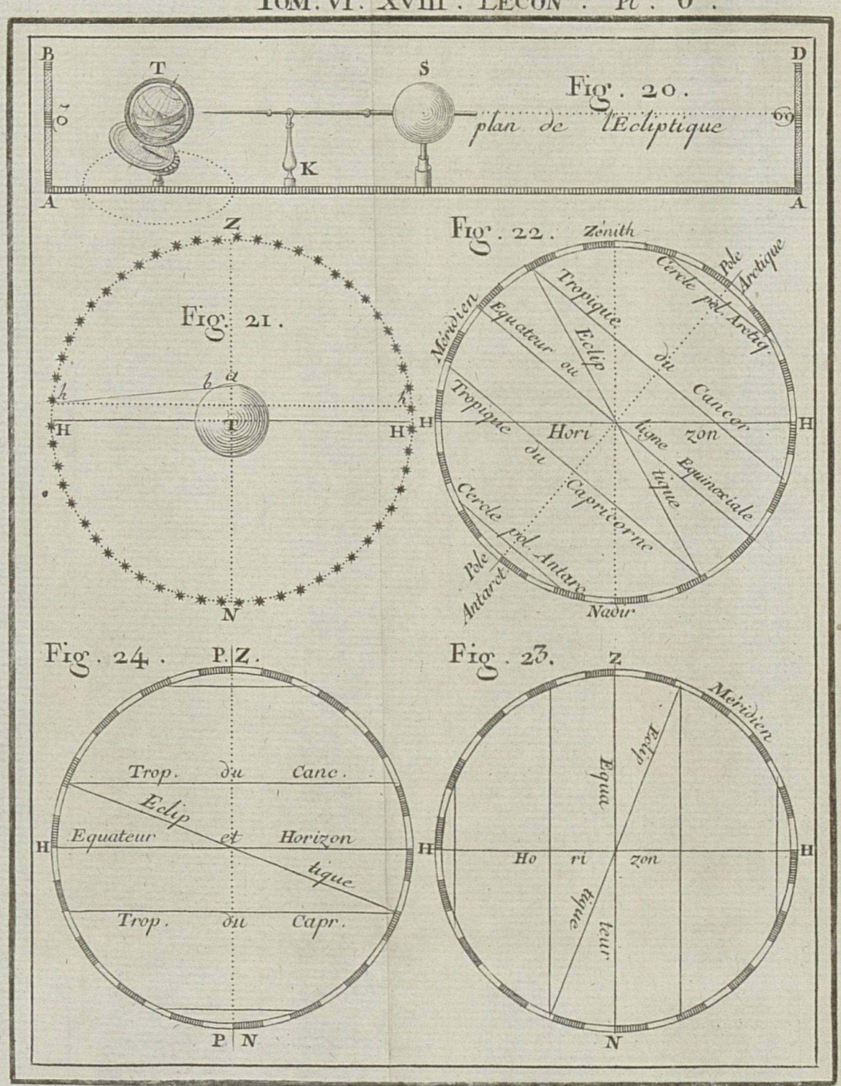
HUITIEME OPERATION.

REMETTEZ toutes les pieces du planétaire dans l'état où elles étoient au commencement de l'opération précédente, & comme elles sont représentées par *la Figure* 20.

Faites tourner la grande platine avec la manivelle, jusqu'à ce que le globe terrestre ait fait un tour entier autour de la boule dorée qui représente le Soleil; mais ayez soin d'arrêter de temps en temps, pour faire tourner avec la main la Terre sur son axe.

En procédant ainsi, vous observerez, 1°, que la Terre en faisant

une



Gobin del. et Sculp.

une révolution entiere autour du Soleil, d'Occident en Orient ; ou ce qui est la même chose, suivant l'ordre des signes du Zodiaque, voit cet astre répondre successivement, & dans le même sens, à tous ces mêmes signes ; & comme l'orbite qu'elle décrit est dans le plan de l'écliptique, cette ligne ou ce cercle représente dans le Ciel la circulation apparente du Soleil, ou ce qu'on appelle *son mouvement annuel*. Le Lecteur qui n'aura pas sous les yeux notre planétaire artificiel, comprendra aisément ceci par l'inspection de la *Figure* 25. Car quand la Terre est en *a*, vis-à-vis du signe du Capricorne, elle rapporte le Soleil à celui du Cancer qui est le point du Zodiaque, diamétralement opposé à celui auquel elle répond ; & à mesure qu'elle avance en *b* & en *c*, &c, ce qui la met successivement vis-à-vis des signes du Verseau, des Poissons, &c. le Soleil qu'elle voit toujours dans un lieu du Ciel, directement opposé à celui auquel elle répond, lui semble passer du Cancer au Lyon, de celui-ci à la

XVIII. LEÇON.

XVIII. LEÇON.

Vierge, &c. En un mot, tandis qu'elle décrit par un mouvement réel l'arc *a b c* de ſon orbite, il lui ſemble voir le Soleil parcourir l'arc *A B C* de l'écliptique.

2°, Vous remarquerez que la Terre pendant tout le temps de ſa révolution autour du Soleil, maintient conſtamment ſon axe incliné de 23 degrés & demi au plan de l'écliptique; ce qui fait que l'aiguille qui repréſente un rayon central du Soleil, ne répond pas toujours aux mêmes parties du globe.

Car, par exemple, lorſque le globe terreſtre répond au ſigne du Capricorne comme *T*, (*fig.* 20.), & qu'il voit le Soleil *S* vis-à-vis du ſigne de l'Ecreviſſe (ou du Cancer;) ſi on lui fait faire un tour entier ſur ſon axe, le bout de l'aiguille décrit ſur l'hémiſphere ſeptentrional un des paralleles de l'équateur, celui qui en eſt éloigné de 23 degrés & demi à peu près, & qu'on nomme *le tropique du Cancer.*

Qu'on faſſe avancer le petit globe d'un ou deux ſignes, en faiſant tourner la grande platine, alors le Soleil

à ſon égard paroîtra s'être avancé d'autant dans la partie oppoſée de l'écliptique ; & s'il fait une révolution ſur ſon axe, on verra que l'aiguille ne trace plus le même parallele que ci-devant, mais un autre qui eſt plus près de l'équateur.

Quand il ſera arrivé au premier degré du Bélier, s'il tourne encore ſur ſon axe, l'aiguille ſe trouvera directement vis-à-vis l'équateur, & parcourra tous les points de ce cercle dans une révolution entiere.

En continuant de faire ainſi avancer le globe terreſtre dans ſon orbite, & en le faiſant tourner de temps en temps ſur ſon axe, on peut aiſément remarquer que l'aiguille décrit enſuite dans l'hémiſphere méridional des paralleles qui s'éloignent de plus en plus de l'équateur, juſqu'à la diſtance de 23 degrés & demi. Le dernier qui touche ce terme eſt ce qu'on nomme *le tropique du Capricorne*, parce qu'alors la Terre répondant au ſigne de l'Ecreviſſe, voit le Soleil comme ſi cet aſtre étoit dans le ſigne qui eſt diamétralement oppoſé.

XVIII. LEÇON.

Après cela on verra l'aiguille se rapprocher peu-à-peu de l'équateur, & tracer encore une fois ce cercle, quand le globe terrestre répondra au premier degré de la balance; & il continuera de tracer des paralleles qui s'éléveront de plus en plus au-dessus de l'équateur, jusqu'au tropique du Cancer; ce qui arrivera quand le globe sera revenu au premier degré du Capricorne d'où il étoit parti.

3°, On peut voir de même ce qui résulte des deux mouvements annuel & diurne de la Terre, par rapport aux différentes positions de la sphere, en faisant varier l'horizon du petit globe terrestre: on reconnoîtra par exemple, pourquoi dans la sphere droite il regne une équinoxe perpétuel; car en quelqu'endroit de son orbite que soit la Terre, en la faisant tourner sur son axe, on verra toujours que les paralleles tracés par l'aiguille qui représente le rayon central du Soleil, sont coupés en deux parties égales; ce qui signifie que dans tous les temps de l'année, les jours sont égaux aux nuits.

Si la ſphere eſt parallele, on reconnoîtra par le même moyen comment dans toute une année il n'ya qu'un ſeul jour de ſix mois, & une ſeule nuit qui dure autant, à en juger par la préſence du Soleil ſur l'horizon, & par ſon abſence : car l'aiguille qui repréſente cet aſtre ou ſon action directe, trace des paralleles dans l'hémiſphere ſeptentrional, qui eſt dans cette ſuppoſition tout entier au-deſſus de l'horizon, pendant les ſix mois que la Terre met à parcourir la partie de ſon orbite qui répond aux ſix ſignes méridionaux; & elle ne ceſſe de les tracer dans l'autre hémiſphere, quand la Terre parcourt l'autre moitié de ſon orbite qui répond aux ſignes ſeptentrionaux.

Enfin l'on peut voir de même comment ſe font les accroiſſements & décroiſſements des jours & des nuits dans la ſphere oblique, ainſi que les deux équinoxes. Car tous les paralleles décrits par l'aiguille qui tient lieu de rayon ſolaire, étant coupés obliquement par l'horizon, il eſt évident qu'il n'y a que ceux

XVIII. LEÇON.

qui passent sur l'équateur même qui soient partagés en deux parties égales, & que les arcs de ces paralleles qui sont au-dessus de l'horizon, & qui représentent la durée de chaque jour, sont plus grands dans celui des deux hémispheres qui a le pole élevé, que dans l'autre dont le pole est abaissé au-dessous de l'horizon; différences qui vont en augmentant depuis l'équateur jusqu'aux tropiques de part & d'autre.

Et comme le petit globe terrestre, en parcourant toute son orbite, présente deux fois son équateur à l'aiguille, savoir, lorsqu'il répond au 1er degré du Bélier, & lorsqu'il est vis-à-vis le premier degré de la Balance, il est aisé de comprendre pourquoi, avec cette position de la sphere, il y a dans le cours d'une année, deux équinoxes à six mois l'un de l'autre.

APPLICATIONS.

Mouvement annuel du Soleil.

ON VOIT donc, par la huitieme opération du planétaire que dans le systême dont nous avons fait choix, la révolution annuelle du

Soleil dans l'écliptique, n'est qu'une apparence, comme le mouvement diurne de cet astre; cependant il est passé en usage d'en parler comme d'une réalité: ainsi pour nous conformer au langage reçu, nous dirons que dans le cours d'une année, le Soleil parcourt les douze signes du Zodiaque en se contenant toujours dans l'écliptique; qu'il passe deux fois sur l'équateur, en allant & en revenant d'un tropique à l'autre; qu'il n'excede jamais ces deux termes, & que les deux jours où il s'y trouve s'appellent pour cela, l'un *le solstice d'Eté*, l'autre *le solstice d'Hiver*; comme les deux intersectious de l'équateur avec l'écliptique, qui sont au premier point du signe du Bélier, & au premier point du signe de la Balance, se nomment *l'équinoxe du Printemps*, & *l'équinoxe d'Automne*.

Distinction à faire entre les Signes & les Constellations dont ils portent les noms.

SUR QUOI il est bon de remarquer qu'il ne faut pas confondre au Ciel, le signe avec la constellation dont il porte le nom. Lorsque les anciens Astronomes imaginerent de former le Zodiaque, ils le diviserent en douze parties égales de 30

XVIII. LEÇON.

degrés chacune, & prirent pour premier point de ce cercle une étoile qui est à l'oreille du Bélier; alors cette constellation occupoit assez exactement la premiere des 12 divisions du Zodiaque, le Taureau répondoit à la 2e, les Gémeaux à la 3e, & ainsi des autres; mais ce point du Ciel où se fait l'équinoxe du Printemps, & où étoit autrefois l'étoile dont je viens de faire mention, ce point, dis-je, par des causes que je supprime ici, recule tous les ans de 50 secondes de degrés [a]; ce qui fait que tout le Ciel étoilé paroît avancer d'autant. Or cet effet s'étant multiplié avec le temps, aujourd'hui les constellations du Zodiaque sont avancées presque d'une douzieme partie de ce cercle; de sorte que chacune d'elles ne répond plus à la division à laquelle elle appartenoit autrefois; celle du Bélier, par exemple, se trouve pres-

(a) C'est ce mouvement qu'on nomme en Astronomie *la précession des Equinoxes*. Voyez les Leçons Elémentaires d'Astronomie de l'Abbé de la Caille, Nos 28, 491, 630, 764, 767.

que toute entiére à la place du Taureau, celui-ci à celle des Gémeaux, &c.

XVIII. LEÇON.

Mais malgré ce déplacement des figures, on a toujours conſervé les 12 premieres diviſions du Zodiaque; & c'eſt-là, à proprement parler, ce que les Aſtronomes appellent les 12 ſignes, & qu'ils diſtinguent toujours par les noms de ces conſtellations qui leur appartenoient anciennement.

Pour faciliter l'intelligence des principaux phénomenes, qui réſultent des deux mouvements annuel & diurne de la Terre, nous avons alternativement ſuſpendu l'un pour conſidérer l'autre; ce qui a donné lieu à quelques inexactitudes qu'il eſt à propos de corriger. Nous avons regardé les révolutions apparentes & diurnes du Soleil, comme autant de cercles paralleles à l'équateur; & cela ſeroit en effet, ſi la Terre demeuroit fixe dans un point de ſon orbite, tandis qu'elle fait un tour ſur ſon axe devant le Soleil; car alors les points de ſa ſurface éclairés ſucceſſivement par le rayon cen-

XVIII. LEÇON.

tral de cet aſtre, formeroient enſemble un vrai cercle, une courbe rentrante ſur elle-même. Mais ſi l'on conſidere que la Terre s'avance dans ſon orbite en même temps qu'elle tourne devant le Soleil, on conviendra que la trace que laiſſeroit ſur ſa ſurface un ſeul & même rayon ſolaire, doit être une eſpece de ſpirale qui vient finir à côté de l'endroit où elle à commencé, & qui s'éloigne ou s'approche de l'équateur, ſuivant que le Soleil va vers l'un des tropiques, ou qu'il en revient. Imaginez une pelote qu'on fait tourner devant vous pour recevoir en devidant un fil qui vient de votre main, & qu'on la fait avancer inſenſiblement de droite à gauche, ou dans le ſens contraire afin que les circonvolutions du fil, s'arrangent les unes à côté des autres ; voilà l'image des révolutions diurnes du Soleil autour de la Terre ; celle-ci eſt la pelote, votre main eſt l'aſtre, le fil eſt le rayon central ou direct.

Mouvement diurne du Soleil plus lent que celui des étoiles fixes.

SI LE Soleil n'avoit que le mouvement apparent qui réſulte de la rotation de la Terre ſur ſon axe, ce

mouvement qui lui ſeroit commun avec les étoiles, auroit la même durée pour lui que pour elles, & ne ſeroit ſujet à aucune variation; ainſi celles qui auroient une fois paſſé au méridien avec lui, y paſſeroient toujours; la nuit d'Eté comme la nuit d'Hiver, nous offriroit conſtamment les mêmes conſtellations; mais cet aſtre, à cauſe du mouvement annuel de la Terre, & parce qu'elle a toujours ſon axe incliné du même ſens, paroît décrire d'Occident en Orient, dans l'eſpace d'une année, un grand cercle que nous avons nommé *l'Ecliptique*, & qui par ſon obliquité s'écarte de 23 degrés & demi de part & d'autre de l'équateur; delà il arrive que quand l'étoile, avec laquelle le Soleil étoit parti du méridien, revient y paſſer après une révolution diurne, il s'en faut d'une certaine quantité que le Soleil n'y ſoit encore parvenu; & les quantités ſe multipliant tous les jours, font que les étoiles précedent de plus en plus le Soleil: de ſorte qu'au bout de ſix mois elles ont gagné douze heures d'avance ſur lui, & qu'à une

Effet de ce retardement.

XVIII. LEÇON.

heure donnée de la nuit, l'hémiſphere étoilé qui eſt ſur l'horizon eſt celui qui ſix mois auparavant étoit deſſous, à pareille heure; cela eſt exactement ainſi pour ceux qui ont la ſphere droite; & dans le cours d'une année les habitants de la ſphere oblique voient ſucceſſivement toutes les conſtellations qui peuvent paſſer ſur leur horizon; car celles qui y ſont de jour dans une ſaiſon, s'y trouvent de nuit dans une autre. Quant à ceux de la ſphere parallele, leur horizon concourant avec l'équateur, ils ne voient jamais que le même hémiſphere du Ciel étoilé.

Le Soleil plus long-temps dans les ſignes ſeptentrionaux, que dans les ſignes méridionaux.

COMME le mouvement annuel du Soleil n'eſt qu'une apparence cauſée par le mouvement réel de la Terre dans ſon orbite, & que cette orbite eſt, comme nous l'avons dit, une ellipſe dont l'un des foyers eſt occupé par le centre du Soleil; il eſt aiſé de voir, en jettant les yeux ſur la *Figure* 25, que cet aſtre doit paroître plus long-temps dans les ſix *ſignes ſeptentrionaux*, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecre-

viſſe, le Lion & la Vierge, que dans les ſix autres, qu'on appelle *méridionaux* ([a]); car la Terre ayant ſon aphélie dans la partie de ſon orbite qui regarde ceux-ci, doit y ſéjourner plus long-temps par deux raiſons : la premiere, parce que cette partie de l'ellipſe eſt plus grande que l'autre ; la ſeconde, parce que, comme je l'ai dit dans la 1ere Section, le mouvement d'une planete quelconque ſe ralentit à meſure qu'elle s'éloigne de ſon aſtre central.

Meſure du temps tirée des mouvements du Soleil, & de ceux de la Lune.

LE SOLEIL étant de tous les aſtres que nous pouvons voir, le plus grand, le plus lumineux, le plus commode à obſerver, il étoit naturel de choiſir de préférence ſes mouvements pour meſurer le temps; auſſi voyons-nous que dès les premiers âges du monde, tous les peuples, d'un commun accord, ont compté par les révolutions de cet aſtre la durée des êtres & celle des actions : on a fait ſervir la Lune aux mêmes uſages, parce qu'elle eſt viſible auſſi par toute la Terre, &

(*a*) La différence eſt de 9 jours.

XVIII. LEÇON.

qu'elle offre par ses différentes phases des époques très-remarquables; mais les secours qu'on en tire ne sont ni aussi généralement, ni aussi facilement employés, que les apparences périodiques du Soleil.

Division du temps.

LE TEMPS se divise en siecles, en années, en mois, en semaines, en jours, en heures, en minutes, en secondes, en tierces, &c. Ceci est suffisamment connu de tout le monde; mais il y a quelque chose à remarquer au sujet des jours, des mois & des années.

Le jour naturel ou astronomique.

CHAQUE tour entier de la Terre sur son axe, occasionne, comme je l'ai déja dit plusieurs fois, une révolution apparente du Soleil autour de la Terre. C'est-là ce qu'on nomme *le jour naturel* ou *astronomique* : c'est la quantité de temps qui s'écoule entre l'instant où le Soleil passe au méridien, & l'instant où il y arrive le lendemain. Mais j'ai fait observer ci-dessus que le Soleil à chaque révolution revient un peu plus tard au méridien, que le point du Ciel ou de la Terre avec lequel il y a passé le jour précédent; & ce petit

retard n'eſt pas toujours de la même quantité. Delà il arrive que les jours naturels, dans les différents temps de l'année, ne ſont point égaux entr'eux. Les Aſtronomes les rappellent à l'égalité en diviſant la ſomme du temps que le Soleil emploie à parcourir l'écliptique dans le cours d'une année, en autant de parties égales qu'il en faut pour en aſſigner 24 à chaque jour.

Temps vrai & temps moyen; différence de l'un à l'autre.

AU MOYEN de cette équation, nous avons deux ſortes d'heures à diſtinguer, les unes qui ſont toujours égales entr'elles, c'eſt ce qu'on appelle *le temps moyen*; les autres qui ſont affectées des inégalités qui ſe trouvent dans le mouvement diurne du Soleil; c'eſt ce qu'on nomme *le temps vrai*. Un bon cadran ſolaire montre les heures du temps vrai; une montre ou une pendule bien réglée, montre celles du temps moyen; il y en a dont le rouage eſt tellement conſtruit, qu'elles marquent l'un & l'autre temps par différentes aiguilles; on les nomme pour cela *Horloges*, ou *Pendules à équations* [a].

(*a*) Voyez dans le Livre que l'Académie

XVIII. LEÇON.

En Astronomie, on est dans l'usage de compter les 24 heures de suite d'un midi à l'autre, ainsi après minuit on continue par les nombres 13, 14, &c. Mais dans l'usage civil on partage ordinairement le jour naturel en deux parties égales de 12 heures chacune : cependant il y a encore quelques nations qui font sonner les 24 heures de suite aux horloges publiques ; ce qui est très-incommode, sur-tout quand on fait, comme les Italiens, finir & recommencer le jour au coucher du Soleil ; car dans la sphere oblique, cette époque varie continuellement.

Le jour artificiel ou civil ; la nuit, les crépuscules.

DANS tous les endroits de la Terre où le Soleil fait une partie de sa révolution diurne sur l'horizon, & l'autre dessous, on appelle la premiere *le jour artificiel* ; & la seconde est ce qu'on nomme *la nuit*. En parlant des trois principales positions de la sphere, nous avons vu dans

Royale des Sciences fait publier tous les ans, sous le titre de *Connoissance des Temps*, ou *des Mouvements célestes*, les différences du temps vrai au temps moyen pour chaque jour de l'année, *5e & 6e colonnes de la seconde page de chaque mois.*

quel

quel rapport l'un eſt à l'autre pour la durée, eu égard ſeulement à la préſence & à l'abſence du Soleil déterminée par l'horizon ; mais il me reſte à dire que la clarté ou l'illumination cauſée par cet aſtre, commence avant qu'il ſoit levé, & ſubſiſte encore quelque temps après qu'il eſt couché, parce que la lumiere qu'il lance dans la partie haute de l'atmoſphere, s'y répand d'une maniere vague, & ſe réfléchit en grande partie vers la ſurface de la Terre ; c'eſt ce que l'on nomme *les Crépuſcules* : celui du matin ſe diſtingue de celui du ſoir par le nom d'*Aurore* qu'on lui donne, & le commencement de l'aurore eſt *le point du jour.*

On a obſervé que le crépuſcule commence le matin lorſque le Soleil eſt encore à 18 degrés au-deſſous de l'horizon, & qu'il ne finit le ſoir que quand cet aſtre eſt deſcendu de la même quantité au-deſſous : or comme le Soleil parcourt par heure 15 degrés de l'équateur ou d'un de ſes paralleles, il faut conclure, 1°, que dans la ſphere droite au temps

XVIII. LEÇON.

des équinoxes, les crépuſcules doivent durer chacun une heure & 12 minutes, comme cela arrive en effet: ainſi le jour qui n'y devroit durer que 12 heures, eu égard ſeulement à la préſence du Soleil, ſe trouve augmenté par-là de deux heures 24 minutes: & dans les autres temps de l'année, cela varie à proportion de la diſtance du Soleil à l'équateur.

2°, Que les crépuſcules en Eté, ſont d'autant plus longs que le pole eſt plus élevé; de ſorte que ſi la latitude du lieu eſt telle que le Soleil à minuit ne ſoit pas tout-à-fait de 18 degrés au-deſſous de l'horizon, comme cela eſt dans le climat de Paris, il n'y a point de nuit cloſe pendant tout le mois de Juin & une partie de Juillet.

3°, Et quant à la ſphere parallele, il eſt évident, par le même principe, que l'Aurore doit y durer environ deux mois, & qu'il doit y faire clair encore autant de temps après le coucher du Soleil.

Indépendamment des crépuſcules qui augmentent, comme on vient de le voir, la durée du jour artificiel,

Il eſt encore une cauſe qui concourt au même effet, en nous faiſant voir le Soleil ſur l'horizon avant qu'il y ſoit réellement, & qui retarde ſon coucher apparent : c'eſt la réfraction que la lumiere de cet aſtre éprouve en entrant obliquement dans l'atmoſphere terreſtre, & qui plie ſes rayons vers la ſurface de la Terre ; voyez ce que j'ai dit de la réfraction par rapport aux aſtres en général. *Tom. V, pag.* 268 *& ſuiv.*

Jours de la ſemaine.

SEPT jours naturels ou aſtronomiques compoſent une ſemaine, & ſe diſtinguent par des noms que tout le monde ſait ; *Lundi*, *Mardi*, *&c.* Nous avons reçu ces noms des anciens Aſtronomes, qui avoient conſacré les jours de la ſemaine aux principales planetes ; le 1er au Soleil, *dies Solis*, que les Chrétiens ont appellé le jour du Seigneur, *dies Dominica*, en François *Dimanche* ; le 2e à la Lune, *Lunæ dies*, *Lundi* ; le 3e à Mars, *Martis dies*, *Mardi* ; le 4e à Mercure, *Mercurii dies*, *Mercredi* ; le 5e à Jupiter, *Jovis dies*, *Jeudi* ; le 6e à Vénus, *Veneris dies*, *Vendredi* ; & enfin le 7e à Saturne, *Saturni dies*,

dont nous avons fait le mot *Samedi*.

XVIII. LEÇON.

L'Eglise appelle *féries*, tous les autres jours de la semaine après le Dimanche, & elle les distingue par leur rang; ainsi le Lundi est la 2e férie, le Mardi la 3e, le Mercredi la 4e, &c.

Mois solaire.

IL Y A dans chaque mois la valeur de 4 semaines, & quelques jours de plus dans le mois solaire; car il y en a communément 30 ou 31, pour répondre à peu-près au temps que le Soleil met à parcourir un signe ou la 12e partie du Zodiaque. On saura tout d'un coup les mois qui ont 31 jours, & ceux qui n'en ont que 30, en retenant les quatre vers qui suivent :

Trente jours a Novembre
Juin, Avril & Septembre :
De vingt-huit il y en a un,
Tous les autres ont trente & un.

Tout le monde sait que celui de 28 jours est *Février*.

Les Romains n'eurent d'abord que dix mois, dont le premier étoit celui de Mars. C'est pourquoi nos quatre derniers mois portent aujourd'hui des noms qui ne répondent plus au rang qu'ils tiennent, mais bien à

celui qu'ils avoient autrefois, *Septembre*, *Octobre*, *Novembre*, *Décembre*; c'est-à-dire, le septiéme, le huitiéme, le neuviéme, le dixiéme. Mais comme ces dix mois ne remplissoient pas, à beaucoup près, le temps que le Soleil met à parcourir les douze signes du Zodiaque, les saisons se trouvoient par-là fort dérangées d'une année à l'autre; on sentit bientôt cet inconvénient, & l'on y remédia en partie, en ajoutant deux nouveaux mois, *Janvier* & *Février*, que l'on place immédiatement avant celui de Mars: de sorte que celui-ci, qui jusques-là avoit été le premier de l'année, devint le troisieme par cette addition.

L'année solaire, commune, & bissextile.

TANDIS que la Terre fait une révolution entiere dans son orbite, elle tourne sur son axe 365 fois & un quart, à peu-près: cela veut dire, selon les mouvements apparents, & selon les expressions usitées, que l'année solaire est de 365 jours & près de 6 heures; en prenant ces six heures excédentes pour completes, on convint de les employer, en faisant tous les quatre ans une année qui

auroit un jour de plus que les autres.

XVIII. Leçon.

Cette année de 366 jours fut nommée *Bissextile*, parce que le jour qu'elle avoit de plus que l'année commune, fut placé immédiatement après le 23 de Février, qui suivant la maniere de compter des Romains, étoit le 6e avant les Calendes de Mars : ainsi, parce qu'on disoit *deux fois* cette année-là, *sexto Calendas Martii*, le jour intercalé fut nommé *bis-sexte*, & l'année où il avoit lieu, *bis-sextile*.

Réforme du Calendrier sous le Pontificat & par les soins de Grégoire 13.

CET arrangement, qui se fit sous l'Empire de Jules-César (a), supposoit, comme on voit, que les six heures excédentes de l'année commune, étoient completes ; mais elles ne le sont pas, & quoiqu'il n'y manque que quelques minutes, cette petite quantité répétée pendant un grand nombre d'années, devint pourtant si considérable qu'à la fin du 16e siecle, les équinoxes étoient dérangés de 10 jours. Le Pape Grégoire XIII ordonna, par une Bulle du 24 Février 1582, que ces 10

(a) C'est delà que vient le nom d'année *Julienne*.

jours de trop feroient retranchés, & que le 5 Octobre fuivant feroit le 15 du même mois. La plupart des Etats Catholiques reçurent cette réforme. Henri III ordonna par un édit publié à Paris au mois de Novembre 1582, que le 9 Décembre fuivant étant expiré, le lendemain fût compté pour le 20 du même mois. Mais l'Angleterre ([a]) & quelques autres nations ne voulant point fe conformer à cette correction, continuerent de dater leurs actes felon l'ancien Calendrier; & c'eft ce qui a donné lieu à la diftinction du *vieux* & du *nouveau ftyle*, dont on a coutume de faire mention par ces lettres V. S. & N. S. dans les écrits qui doivent paffer d'une nation à l'autre.

Les Aftronomes employés par Grégoire XIII à la réformation du Calendrier, non-feulement remédierent aux erreurs que le temps paffé avoit introduites, mais ils prévinrent encore

(*a*) Par un acte émané du Parlement, la nation Angloife au mois de Septembre 1752 a adopté la réforme faite au Calendrier par le Pape Grégoire XIII.

XVIII. LEÇON.

celles que l'avenir pourroit causer, ayant observé que le bissexte ajoutoit en 4 ans 40 minutes plus que le Soleil n'emploie à retourner au même point du Zodiaque, ils supputerent que ces minutes rassemblées composeroient un jour entier au bout de 133 ans. Ainsi, pour empêcher que cet excédent ne fît encore quelque dérangement, ils proposerent, & d'après leur avis il fut arrêté, que dans le cours de 400 ans, on omettroit trois bissextes. L'année 1700 pour cette raison ne fut point bissextile; 1800 & 1900 ne le seront point encore; mais 2000 le sera.

Le Cycle solaire.

LES 365 jours dont l'année commune est composée, forment 52 semaines & un jour: d'où l'on voit que s'il n'y avoit point d'année bissextile, les quantiemes des mois, & les jours de la semaine se retrouveroient les mêmes de sept en sept ans; mais l'année bissextile étant de 52 semaines & deux jours, le concours des quantiemes des mois avec les jours de la semaine, recule encore d'un jour tous les

quatre

quatre ans ; enſorte que ce n'eſt qu'au bout de 28 ans que le même quantieme peut ſe retrouver au même jour de la ſemaine, après en avoir parcouru tous les autres jours. Le même quantieme pourra bien revenir au même jour plus d'une fois dans cet intervalle, mais il n'aura pas encore parcouru tous les jours de la ſemaine. Cet intervalle de 28 ans eſt ce qu'on appelle *le Cycle ſolaire.* XVIII. LEÇON.

L'année de la naiſſance de Jeſus-Chriſt étoit la 10e du cycle ſolaire ; ainſi pour trouver l'année du cycle ſolaire, qui répond à une année propoſée de l'Ere Chrétienne ; pour trouver, par exemple, le cycle ſolaire pour l'année 1764, il faut ajouter à 1764 le nombre 9, & diviſer la ſomme par 28, le reſte 9 de la diviſion indique qu'en 1764 le cycle ſolaire eſt 9.

Lettre Dominicale.

DANS le Calendrier de chaque année, il y a une lettre qui déſigne le Dimanche, & qu'on nomme pour cela *Lettre Dominicale ;* c'eſt toujours une des initiales des mots latins que voici, *Dei, cœlum, bonus, accipe, gratis, filius, eſto.* On trouvera la lettre

XVIII. LEÇON. dominicale qui convient à une année proposée, si l'on compte le cycle solaire de cette année circulairement sur quatre doigts en prononçant de suite les mots précédents, *Dei*, *Cœlum*, *&c*, chaque fois qu'on tombe sur le premier doigt on prononce deux de ces mots, & un seulement sur chacun des autres ; la lettre que l'on cherche est la lettre initiale du mot qu'on prononce le dernier; en 1765, par exemple, où le cycle solaire est 10, le mot *filius* qui tombe au second doigt, indique que la lettre dominicale de cette année est *F*.

Quand l'année est bissextile, il y a deux lettres dominicales, dont la premiere sert jusqu'au 24 de Février, & la seconde pendant le reste de l'année ; ainsi en 1764 le doigt par où l'on finit de compter étant le premier, on y prononce deux mots, qui dans le cas présent sont *accipe*, *gratis;* ce qui désigne que *A* & *G* sont les deux lettres dominicales de cette année.

Le cycle solaire sert encore à trouver par quel jour de la semaine

commence tel ou tel mois. Il faut pour cela connoître *la Lettre Fériale*; chaque mois a la ſienne: ces lettres ſont les initiales des mots ſuivants, *A*, *Dieu*, *Donc*, *Gaſſion*, *Brave*, *Et*, *Généreux*, *Commandant*, *Fidele*, *Appui*, *Des*, *François*. La premiere *A*, eſt celle de Janvier, la ſeconde *D*, eſt celle de Février, &c.

XVIII. LEÇON.

Il faut comparer la lettre fériale à la lettre dominicale; ſi elle eſt la même, le mois commence par un Dimanche; ſi la fériale ſuit immédiatement la dominicale, ou ſi elle la précede, ſelon l'ordre alphabétique, le mois commencera par un Lundi dans le premier cas, ou par un Samedi dans le ſecond, &c.

S'il étoit queſtion, par exemple, de ſavoir par quel jour de la ſemaine commencera le mois d'Août de l'année 1764; le cycle ſolaire étant 9, la lettre dominicale ſera *G*; la lettre fériale eſt *C*, laquelle répond au Mercredi; ainſi le premier d'Août 1764 doit être un Mercredi.

Les ſaiſons.

L'ANNÉE ſe partage en quatre ſaiſons, qui ſont le Printemps, l'Eté, l'Automne & l'Hiver; chacune

XVIII. LEÇON.

d'elles dure autant de temps que le Soleil en met à parcourir trois ſignes du Zodiaque, ce qui comprend l'eſpace de trois mois. Pour les climats qui ſont entre l'équateur & le pole arctique, le Printemps commence lorſque le Soleil entre au ſigne du Bélier; ce qui arrive le 20 de Mars ou environ; & finit quand cet aſtre arrive au ſigne de l'Ecreviſſe, le 21 de Juin; alors l'Eté commence & dure juſqu'au 22 de Septembre, jour auquel le Soleil entre au ſigne de la Balance; l'Automne commence ce jour-là, & finit quand le Soleil ſe trouve au 1er degré du Capricorne, c'eſt-à-dire, au 21 Décembre; l'Hiver commence alors, & dure juſqu'au 20 Mars.

Quand il eſt l'Hiver pour les climats ſeptentrionaux, il eſt l'Eté pour ceux de l'hémiſphere méridional qui leur correſpondent; il en eſt de même pour l'Automne & pour le Printemps. Entre les deux tropiques il n'y a dans toute l'année, à proprement parler, qu'un Hiver & un Eté, ſi l'on en juge par le chaud & le froid. Mais au-delà des tropiques,

les quatre saisons se distinguent très-sensiblement; l'Hiver par le grand froid, l'Eté par la grande chaleur, le Printemps & l'Automne par des températures moyennes.

Le froid qui se fait sentir en Hiver, la chaleur qu'on éprouve en Eté, ne viennent point, comme on pourroit se l'imaginer, de ce que le Soleil est plus ou moins éloigné de la Terre; car au contraire c'est dans la derniere de ces deux saisons que cet astre est dans l'apogée, c'est-à-dire, qu'il est alors plus éloigné de nous, que dans tout autre de l'année. La cause principale de ces deux effets opposés, c'est qu'en Eté les rayons solaires tombent sur la surface de la Terre moins obliquement qu'en Hiver, d'où il arrive que l'horizon en reçoit une plus grande quantité. Ajoutez à cela que les jours d'Eté sont plus longs que ceux d'Hiver; le Soleil restant plus long-tems sur l'horizon, l'échauffe davantage, & les nuits qui sont proportionnellement plus courtes, causent moins de refroidissement: cette derniere considération nous laisse à penser

XVIII. LEÇON.

que les peuples les plus voisins des poles, lesquels, eu égard à la grande obliquité des rayons solaires, ne devroient avoir, pour ainsi dire, que des Etés froids, ne laissent pas que d'éprouver des chaleurs assez grandes, parce que le Soleil est sur leur horizon pendant cinq à six mois, & qu'il y agit sans relâche.

La longueur des nuits entre les deux tropiques, avec les pluies qui y sont très-fréquentes, modere beaucoup la chaleur qui devroit y régner, eu égard à la direction des rayons solaires; ce qui la rend le plus incommode, c'est qu'elle dure toute l'année; car, pour l'intensité, les thermometres comparables que nous faisons voyager depuis environ 30 ans, nous apprennent constamment que sous l'équateur même (ce que les Marins appellent *la Ligne*) le plus grand chaud n'excede pas celui qu'on éprouve quelquefois en France.

Cependant comme dans cette partie de la Terre, la grande chaleur est perpétuelle, que dans le voisinage des poles le froid est tou-

jours excessif en hiver, & que par-tout ailleurs le froid & le chaud sont ordinairement modérés, on a partagé à cet égard la surface de la Terre en cinq Zones, ou bandes circulaires, savoir, une qu'on nomme la Zone *torride* qui est contenue entre les deux tropiques; deux qu'on appelle les Zones *glaciales* ou *froides*, qui s'étendent depuis les poles jusqu'au 66e $\frac{1}{2}$ degrés de latitude où est le cercle polaire, & deux à qui l'on a donné le nom de Zones *tempérées*, & qui ont pour limites dans chaque hémisphere, le tropique d'une part, & le cercle polaire de l'autre.

Il ne nous convient pas d'entrer dans un plus grand détail, touchant la surface de la Terre, c'est dans les traités de Géographie qu'il faut chercher ce qui manque ici; voyons ce qui concerne la Lune.

NEUVIEME OPERATION.

OTEZ le globe terrestre: ajustez au canon de cuivre qui est au centre du cercle lunaire, la piece marquée *L* que vous trouverez dans le coffret, & qui est représentée par la

XVIII. LEÇON.

Figure 26. Tournez cette piece de façon que la petite boule qui représente le globe de la Lune, se trouve directement entre le centre du cercle lunaire, & la boule dorée *S* qui représente le Soleil au milieu de la grande platine, & que sa partie blanche regarde la boule dorée: remettez le globe terrestre comme il étoit pour la 8e opération : toutes ces pieces ensemble sont représentées par *la Figure* 27.

Si vous faites tourner la grande platine par le moyen de la manivelle, vous pourrez observer ce qui suit :

1°, Tandis que le globe terrestre parcourt un signe entier du Zodiaque, la petite boule qui représente la Lune, fait presque une révolution autour d'elle.

2°, La petite boule lorsqu'elle est entre la Terre & la boule dorée *S*, a sa partie blanche entiérement tournée vers celle-ci, & sa partie noire regarde le globe terrestre.

3°, Quand la Terre se trouve entre la boule dorée & la petite Lune, celle-ci a toute sa partie blanche tournée directement vers la Terre.

4°, Dans toutes les autres positions, l'hémiſphere blanc de la petite boule ne ſe préſente à la Terre qu'en partie, & plus ou moins ſuivant qu'elle eſt plus près ou plus éloignée de ſon oppoſition avec la boule dorée.

XVIII. LEÇON.

APPLICATIONS.

Mouvement de la Lune.

SI L'ON imagine le planétaire aſſez grand pour que le globe terreſtre puiſſe être réputé ſenſiblement au centre, on concevra aiſément qu'un Obſervateur placé ſur la ſurface de la Terre, doit voir la Lune répondre ſucceſſivement à tous les ſignes du Zodiaque, dans l'eſpace de temps qu'il faut à cette derniere planete pour faire une révolution entiere autour d'elle: car l'orbite lunaire n'étant d'ailleurs inclinée que d'environ 5 degrés au plan de l'écliptique, elle ſe contient comme toutes les autres dans les limites de cette zone céleſte.

Si l'on ſe rappelle maintenant ce que nous avons dit plus haut, que tous les aſtres ſans exception paroiſſent ſe mouvoir en 24 heures d'O-

XVIII. Leçon.

rient en Occident, en vertu de la rotation diurne & réelle de la Terre, laquelle se fait en sens contraire, on verra tout d'un coup pourquoi la Lune se leve & se couche comme le Soleil.

Et puisque la Lune fait en moins d'un mois ce que le Soleil n'acheve qu'en un an, il faut que dans ce petit espace de temps, elle aille & revienne d'un tropique à l'autre, en passant deux fois sur l'équateur; que toutes ses révolutions diurnes soient sensiblement des paralleles à ce grand cercle; que dans la sphere droite, elle soit toujours autant de temps dessus que dessous l'horizon; que dans la sphere oblique, elle se fasse voir pendant un demi-mois dans les signes septentrionaux; & pendant le reste de sa lunaison dans les signes méridionaux, restant tantôt plus, tantôt moins sur l'horizon que dessous; qu'enfin dans la sphere parallele elle soit sur l'horizon environ 14 jours de suite, & autant dessous avant que de reparoître: ce qui est très-conforme aux observations.

XVIII. LEÇON.

Mois périodique.

LE TEMS que la Lune emploie à faire une révolution entiere dans ſon orbite, eſt de 27 jours 7 heures & environ 43 minutes. C'eſt ce qu'on appelle ſon *mois périodique.*

Mois ſynodique.

MAIS le temps qui s'écoule entre deux de ſes conjonctions avec le Soleil, eſt de 29 jours & demi, parce que cet aſtre s'avance d'environ 27 degrés dans l'écliptique ; tandis qu'elle fait ſa révolution autour de la Terre ; ainſi il faut à celle-ci quelques jours de plus pour ſe retrouver en conjonction avec lui. Cet eſpace de temps de 29 jours & demi s'appelle le *Mois ſynodique* de la Lune ou *Lunaiſon.*

Phaſes de la Lune.

LA LUNE étant un corps opaque & ſphérique, ne peut jamais avoir que la moitié de ſa ſurface illuminée par le Soleil, comme nous l'avons remarqué au ſujet des planetes en général : & comme l'hémiſphere éclairé ſe préſente diverſement à nous dans le cours d'une lunaiſon, cela donne lieu à pluſieurs phaſes remarquables, qui ſont comme autant de points de diviſion pour le mois ſynodique.

XVIII. LEÇON.

Quand la Lune eſt en conjonction avec le Soleil, alors ſon épaiſſeur empêche totalement que ſa partie éclairée ne puiſſe être apperçue de la Terre ; cela s'appelle *nouvelle Lune*.

Après quelques jours de marche dans ſon orbite, la Lune nous laiſſe appercevoir un peu de ſa partie lumineuſe, ſous la forme d'un *Croiſſant* 1, (*fig.* 28) qui a ſa convexité tournée vers l'Occident, parce que le Soleil eſt alors de ce côté-là.

Sept jours ou un peu plus après la nouvelle Lune, nous voyons la moitié de la partie éclairée ſous la forme d'un demi-cercle, quoique ce ſoit le quart d'une ſphere; cette apparence vient de ce que la convexité de la ligne *a b*, (2), ne peut s'appercevoir, l'œil étant à une trop grande diſtance, & dans le même plan qu'elle. Cette phaſe s'appelle *le premier quartier* de la Lune.

Quatorze jours & demi après la conjonction, la planete ayant parcouru la moitié de ſon orbite, a toute ſa partie illuminée vers la Terre, & nous la voyons comme un

disque circulaire (3), quoique ce soit un hémisphere ; mais comme rien n'indique à l'œil que les parties du milieu sont plus avancées vers lui que celles des bords, il les juge toutes sur un même plan ; c'est ce qu'on nomme la *pleine Lune.* Alors la planete est en opposition avec le Soleil.

Enfin à compter de cette phase, la partie lumineuse va toujours en décroissant pour nous, à mesure que la Lune continue d'avancer dans son orbite, comme il est aisé de le comprendre par l'inspection seule de la *Figure* (4, 5, 6) ; de sorte qu'au 22 on n'apperçoit plus qu'un quartier de la Lune, semblable à celui du 7, avec cette différence qu'il a sa convexité apparente vers l'Orient, d'où lui vient alors la lumiere du Soleil : c'est *le dernier quartier.*

Lorsque le croissant est encore fort étroit, on voit assez distinctement le reste du corps de la Lune ; ce qui produit ce phénomene, c'est la lumiere du Soleil réfléchie par la surface de la Terre ; car notre globe fait à cet égard pour cette planete

XVIII. LEÇON.

ce qu'elle fait pour nous ; comme nous avons clair de Lune, elle a clair de Terre, & avec des phaſes ſemblables à celles qu'elle nous préſente.

Retard de la Lune dans ſon mouvement diurne.

LE LEVER de la Lune ou plutôt ſon paſſage au méridien, retarde tous les jours d'une quantité de temps qui varie : prenant le terme moyen, ce retard eſt de 48 minutes ; cela vient de la même cauſe dont j'ai fait mention précédemment, pag. 107, en obſervant que le Soleil fait ſa révolution diurne un peu plus lentement que le Ciel des étoiles fixes. Le retard de la Lune eſt beaucoup plus conſidérable, parce que la marche de cette planete dans ſon orbite eſt bien plus rapide, que celle du Soleil dans l'écliptique.

Jour de la Lune, ou ſon mouvement de rotation ſur ſon axe.

J'AI remarqué dans la 1ere Section que la Lune nous montre toujours le même hémiſphere ; on s'en apperçoit par les taches qui paroiſſent toujours ſituées à peu-près de même ; il faut, pour cet effet, qu'elle tourne ſur ſon axe préciſément dans le même eſpace de tems qu'elle emploie à faire ſa révolutiion autour de la Terre.

XVIII. LEÇON.

Mouvement de libration de la Lune.

CEPENDANT les Aſtronomes apperçoivent par un petit mouvement de ces mêmes taches, une ſorte de balancement qu'ils appellent *libration*, & qu'ils attribuent, 1°, à ce que la Lune, comme les autres planetes, va tantôt avec plus, tantôt avec moins de vîteſſe dans ſon orbite, tandis que ſa rotation ſur ſon axe eſt uniforme ; 2°, à ce que le plan de ſon équateur eſt un peu incliné à celui de ſon orbite ; de ces deux cauſes, il réſulte, ſelon eux, que la Lune incline un peu tantôt l'un de ſes poles, tantôt l'autre vers la Terre.

La latitude de la Lune rend les éclipſes plus rares.

PAR CE QUE je viens de dire de la marche & des phaſes de la Lune, on voit que dans l'eſpace d'un mois cette planete ſe trouve une fois en conjonction, & une fois en oppoſition avec le Soleil ; ces deux poſitions ou paſſages, que les Aſtronomes appellent *Syzigies*, ſembleroient devoir occaſionner autant d'éclipſes ; car la Lune étant un corps opaque, eſt bien capable de faire ombre ſur la Terre en paſſant entr'elle & le Soleil, & de lui dérober pour un

XVIII. LEÇON.

temps la vue de cet aſtre. Et la Terre à ſon tour ſe trouvant entre les deux aſtres, au temps de leur oppoſition, pourroit bien par la même raiſon empêcher la lumiere de l'un de parvenir juſqu'à l'autre. Cependant les pleines Lunes ſe paſſent très-ſouvent ſans être éclipſées, ainſi que les nouvelles Lunes, ſans que le Soleil le ſoit. Et quand l'un ou l'autre de ces deux aſtres s'éclipſe, ce n'eſt pas toujours de la même quantité, ni par le même bord du diſque.

Mouvement des nœuds de ſon orbite, contribue encore à rendre les éclipſes moins fréquentes.

CE QUI fait qu'il n'y a pas toujours éclipſe aux nouvelles & aux pleines Lunes, c'eſt premiérement que l'orbite de la Lune eſt inclinée, comme je l'ai déja dit, d'environ 5 degrés au plan de l'écliptique, & en ſecond lieu, que les nœuds de cet orbite ont un mouvement progreſſif qui les fait changer de place à chaque lunaiſon. Arrêtons-nous un moment à ce dernier phénomene.

Le Cycle lunaire ou le Nombre d'or.

LE RETOUR de la Lune au Soleil ſe faiſant après 29 jours $12^h. 44'$, les 12 lunaiſons, au lieu de faire une année commune, ne font que 354 jours $\frac{1}{2}$, d'où il ſuit que ſi la Lune eſt nouvelle

velle au commencement de l'année, elle ne le sera pas au commencement de l'année suivante ; elle sera alors âgée de 11 jours. Au bout de 3 ans, il y aura 37 lunaisons & environ trois jours de plus ; mais au bout de 19 ans, les nouvelles & pleines Lune se retrouvent aux mêmes quantiémes, & presqu'aux mêmes heures, parce que 19 ans ou 228 de nos mois, répondent à un nombre exact de lunaisons, savoir, à 235. Cette révolution de 19 ans est ce qu'on nomme *le Cycle lunaire*, ou *le Nombre d'or*.

XVIII. LEÇON.

L'année de la naissance de Jesus-Christ étoit la 2e du Nombre d'or ; c'est pour cela que pour avoir le Nombre d'or qui répond à telle ou telle année de l'Ere chrétienne, il faut ajouter 1 à cette année, & diviser le tout par 19 ; ce qui reste est le nombre qu'on cherche. Ainsi pour l'année 1764, par exemple, il faut diviser la somme 165 par 19, il reste 17 qui est le Nombre d'or pour l'année 1764.

Les Epactes.

LES lunaisons ne reviennent pas précisément à la même heure tous les 19 ans ; la différence monte à

XVIII. LEÇON.

un jour dans l'espace de 304 ans. C'est pourquoi l'on a imaginé depuis la découverte du Nombre d'or, d'autres nombres qu'on nomme *Epactes*, qu'on fait répondre au Nombre d'or, & qui servent à trouver l'âge de la Lune avec plus de précision. Les épactes expriment pour chaque année l'âge qu'avoit la Lune à la fin de l'année précédente. A la fin de l'année 1759, par exemple, la Lune étoit âgée de 12 jours, c'est-à-dire, qu'il y avoit 12 jours écoulés depuis la nouvelle Lune; ces 12 jours sont ce qu'on appelle *Epacte* pour l'année 1760.

Suivant ce qui a été dit ci-dessus, on voit que l'épacte augmente de 11 jours chaque année. Si l'on veut trouver les épactes pendant ce siecle, il faut diviser le Nombre d'or par 3, s'il reste 1 à la division, on ôte 1 du Nombre d'or pour avoir l'épacte: s'il reste 2, on ajoute 9 au Nombre d'or; & s'il reste 3, on ajoute 19, & l'on a l'épacte. Si la somme excede 30, l'excès sera l'épacte. En 1764, par exemple, le Nombre d'or est 17, lequel nombre étant divisé par 3, il reste 2. C'est pourquoi au Nombre

d'or 17, j'ajoute 9; la ſomme 26 eſt l'épacte que je cherche.

XVIII. LEÇON.

Par-là, il eſt aiſé de trouver l'âge de la Lune pour un jour propoſé; il n'y a qu'à ajouter enſemble ces trois choſes, l'épacte de l'année, le nombre des mois écoulés depuis Mars incluſivement, & le quantieme du mois; la ſomme ſera l'âge de la Lune. Mais ſi cette ſomme ſurpaſſe 30, le ſurplus eſt l'âge de la Lune ſi le mois a 31 jours; mais s'il n'en a que 30, ce ſera le ſurplus au-delà de 29 qu'il faudra prendre. Suppoſons, par exemple, qu'on demande l'âge de la Lune pour le 25 Avril 1764, on additionnera enſemble 26 d'épacte, 2 pour le nombre des mois, & le quantiéme qui eſt 26; la ſomme ſera 53, d'où l'on ôtera 29, parce qu'Avril n'a que 30 jours; le reſte 24 eſt l'âge de la Lune pour le 25 Avril 1764.

POUR en revenir aux éclipſes, je dis que ces deux cauſes combinées, ſavoir, l'inclinaiſon de l'orbite de la Lune, & le mouvement progreſſif des nœuds de cet orbite les rendent poſſibles, & en diminuent en même

XVIII. LEÇON.

temps la fréquence; car de ce que l'orbite eſt inclinée d'un certain nombre de degrés, il arrive très-ſouvent qu'aux temps de l'oppoſition & de la conjonction, la Lune a aſſez de latitude, ou ce qui eſt la même choſe, eſt aſſez élevée au-deſſus, ou aſſez abaiſſée au-deſſous du plan de l'écliptique, pour que la lumiere du Soleil parvienne ſans obſtacle juſqu'à elle dans le premier cas, & juſqu'à la terre dans le ſecond. Mais parce que les nœuds, au lieu d'être fixes, parcourent ſucceſſivement les différents points de l'écliptique, il peut arriver, & il arrive en effet de temps en temps, qu'ils ſe rencontrent avec les Syzygies, c'eſt-à-dire, que la Lune ſe trouve, ou dans le plan même, ou fort près du plan de l'écliptique, lorſqu'elle entre en oppoſition ou en conjonction avec le Soleil: dans le premier cas, l'ombre de la Terre la couvre en tout ou en partie; dans le ſecond, c'eſt elle qui nous cache le Soleil plus ou moins. Aidons-nous d'une figure.

Cauſes des Eclipſes.

Eclipſes de Lune.

COMME le Soleil & la Terre ne ſortent point du plan de l'éclipti-

que, le centre de l'ombre de celle-ci y est aussi: je représente ici cette ombre par les taches noires & circulaires *A*, *B*, *C*, *N* (*fig.* 29) que je fais couper diamétralement par une portion *E E* de la circonférence de l'écliptique. Soit présentement *L L* une portion de l'orbite de la Lune, & l'un de ses nœuds au point *N*.

Lorsque la planete ayant beaucoup de latitude comme *F*, se trouve en opposition avec le Soleil, elle reçoit librement la lumiere de cet astre par-dessus l'ombre de la Terre si l'opposition arrive avant le nœud descendant, comme nous le supposons dans *la Figure*; ou par-dessous, si c'est avant le nœud montant. Si elle a moins de latitude comme *G*, une partie de son disque est couvert par l'ombre de la Terre, & cette éclipse n'est que *partiale*, parce que la planete n'est éclipsée qu'en partie. Si elle a encore moins de latitude comme *H*, l'éclipse devient presque *totale*. Enfin si l'opposition arrive justement lorsque la Lune est dans le nœud de son orbite, l'éclipse est non-seulement totale, mais *centrale*.

XVIII. LEÇON.

La Lune totalement éclipſée, ne ceſſe pas pour cela d'être viſible ; elle paroît ſous une couleur de cuivre rouge, ou d'un fer ardent qui commenceroit à s'éteindre. Cet effet vient des rayons ſolaires qui ſe réfractent dans l'atmoſphere terreſtre, & qui ſe croiſant après, vont illuminer foiblement l'aſtre qui ne reçoit plus les rayons directs. Cette lumiere eſt foible, parce qu'elle eſt en petite quantité ; & elle eſt rouge, parce qu'il n'y a gueres que les rayons propres à produire cette couleur, qui ayent la force de percer entiérement l'épaiſſeur de notre atmoſphere en pareille circonſtance.

Eclipſes du Soleil.

Par une figure à peu-près ſemblable à la précédente, & en ſuppoſant le diſque ſolaire aux places des taches noires par leſquelles j'ai repréſenté l'ombre de la Terre, on peut comprendre aiſément comment la nouvelle Lune peut ſe paſſer ſans éclipſe de Soleil, comment elle peut l'occaſionner, & pourquoi celles qui ont lieu ne ſont pas toujours ni de la même grandeur, ni de la même forme. Car quand la Lune

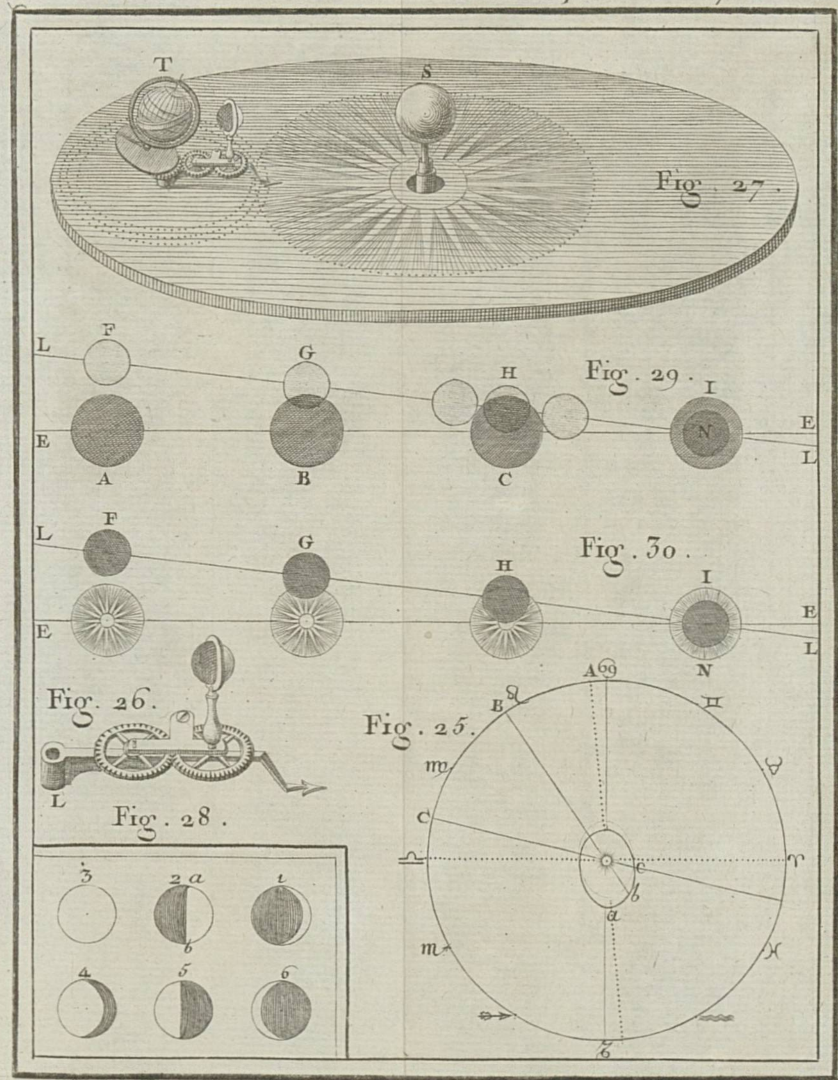
au temps de sa conjonction, a une latitude suffisante comme *F* (*fig.* 30), elle n'empêche pas que le Soleil qui est plus loin qu'elle par rapport à nous, ne nous éclaire comme dans tout autre temps, parce que la lumiere de cet astre passe ou par-dessous ou par-dessus, suivant que la latitude de cette planete est boréale ou australe. Quand elle en a moins comme *G* ou *H*, elle nous couvre en passant une partie plus ou moins grande du disque solaire : si la conjonction se fait à l'endroit même du nœud comme *I*, alors l'éclipse est centrale : mais elle n'est pas pour cela totale ; parce que si le disque apparent de la Lune n'est point assez grand pour couvrir entiérement celui du Soleil, celui-ci déborde l'autre tout autour comme un anneau lumineux, ce qui fait qu'on appelle cette éclipse *annulaire*, IN (*fig.* 30).

Cet anneau est plus ou moins large, selon que les disques apparents du Soleil & de la Lune sont plus ou moins grands au temps de l'éclipse. Pour bien entendre ceci, il faut se souvenir que ces deux astres en parcourant leurs orbites, sont tantôt

XVIII. LEÇON.

plus loin, tantôt plus près de la Terre, ce que j'ai fait connoître ci-devant ſous les noms d'apogée & de périgée: or ſelon les loix de l'Optique, les objets nous paroiſſent plus grands quand ils ſont plus près de nous, & plus petits quand ils en ſont plus éloignés. Le diſque apparent d'un aſtre eſt donc plus petit dans l'apogée que dans le périgée; ſi lorſque l'éclipſe arrive, la Lune ſe trouve dans ſon apogée, ou qu'elle en approche, & qu'au contraire dans le même temps le Soleil ſoit au périgée ou à peu-près, le diſque de la Lune ſuffira moins que jamais, pour couvrir entiérement celui du Soleil; & l'on doit comprendre qu'il le couvrira davantage, ou entiérement, quand les deux circonſtances que je viens de ſuppoſer ſeront moins complettes, que l'une des deux manquera, ou que même les circonſtances oppoſées auront lieu, c'eſt-à-dire, que quand le Soleil étant dans ſon apogée, la Lune ſera dans ſon périgée, alors l'éclipſe de Soleil ſera non-ſeulement totale, mais encore *avec demeure*.

La



Gobin del. et Sculp.

La Lune passe devant le Soleil, parce qu'elle chemine plus vîte dans son orbite, que lui dans l'écliptique; mais comme l'un & l'autre mouvement sont dirigés d'Occident en Orient, c'est aussi dans ce sens que le premier de ces deux astres gagne le second de vîtesse : c'est pourquoi l'on voit toujours le Soleil commencer à s'éclipser par son bord occidental. Et par la même raison dans l'éclipse de Lune, c'est toujours le bord oriental de cette planete, qui se plonge le premier dans l'ombre de la Terre; car cette ombre, qui ne va point plus vîte que le Soleil, doit être rencontrée par la Lune suivant la direction du mouvement respectif de celle-ci, laquelle est, comme je viens de le dire, d'Occident en Orient.

Dans chaque éclipse de Soleil ou de Lune, il y a principalement trois choses à observer, sur lesquelles les Astronomes sont très-attentifs, & qui exigent de leur part certaines précautions assez délicates; savoir, l'immersion, le milieu de l'éclipse, & l'émersion : l'immersion est l'en-

XVIII. Leçon.

trée d'un aftre dans l'ombre de celui qui doit l'éclipfer ; il faut en faifir le commencement, & la fin qui fe nomme *l'immerfion totale* : l'émerfion eft la fortie hors de l'ombre ; on fait pareillement tout ce qu'on peut, pour en obferver exactement le commencement, & la fin qui s'appelle *l'émerfion totale*.

Pour mefurer la grandeur d'une éclipfe, on fuppofe qu'on a divifé en 12 parties égales, qu'on nomme *doigts*, la largeur de l'aftre éclipfé, ou plutôt celui de fes diametres qui coupe l'ombre par fon centre au moment même du milieu de l'éclipfe ; puis en comptant combien de ces parties font couvertes par l'ombre, on dit telle éclipfe a été de 3, de 4, de 6 doigts, &c.

Comme la Lune eft de beaucoup plus petite que la Terre, fon ombre forme auffi un cône bien moins gros, & fi court que quand cette planete eft dans fes moyennes diftances feulement, la pointe n'atteint pas jufqu'à la furface de la Terre ; delà il arrive deux chofes qu'il eft bon de remarquer : 1°, qu'une éclipfe de

Soleil, fût-elle centrale, n'est pas visible pour toutes les parties de la Terre qui doivent être alors éclairées par cet astre, & que celles-là même qui l'apperçoivent, ne voient pas le Soleil éclipsé de la même quantité ; au lieu qu'une éclipse de Lune par la raison contraire, s'apperçoit par-tout où cette planete seroit visible si elle n'étoit point éclipsée. 2°, Que l'anneau lumineux qui entoure le disque de la Lune, lorsqu'il couvre concentriquement le Soleil, ne dure que quelques minutes pour le même lieu, parce que, pour le voir parfaitement, il faut avoir l'œil dans l'axe prolongé de l'ombre lunaire, lequel chemine aussi vîte que le mouvement de la Lune surpasse en vîtesse celui du Soleil.

Réflexions sur les causes des mouvements réels qu'on observe dans les Cieux.

J'AI exposé dans les deux Sections précédentes, les phénomenes célestes les plus connus, ou qu'il importe le plus de connoître ; je les ai déduits immédiatement des mouvements réels ou apparents que les Observations nous garantissent. Je sens bien que cette Leçon seroit plus

XVIII. LEÇON.

complete si je pouvois développer ici, & faire connoître les premiers ressorts de ces mouvements, les causes physiques, par lesquelles tout le systême planétaire s'entretient dans l'état où l'Auteur de la nature l'a mis en lui donnant l'existence ; mais quelque parti que je prisse sur cela, je ne pourrois offrir à mes Lecteurs que des hypothéses ou défectueuses & presque abandonnées, ou plus heureuses à la vérité, mais qu'on ne peut, sans leur faire tort, renfermer dans les limites que ces Leçons élémentaires exigent.

Je me contenterai donc de rappeller ici une partie de ce que j'ai prouvé touchant les forces centrales dans la seconde Section de la V[e] Leçon, en ajoutant un mot de ce que pensent la plupart des Mathématiciens sur la nature de ces forces considérées dans les mouvements des astres, afin seulement de faire entrevoir comment, à l'aide d'observations plus recherchées & plus exactes qu'elles ne l'avoient été dans les siecles passés, on est parvenu à expliquer les phénomenes célestes avec

plus de vraisemblance, & plus complétement qu'on ne l'avoit pu faire auparavant. XVIII. Leçon.

On se souviendra donc, 1°, qu'un mobile quelconque, qui décrit une courbe rentrante sur elle-même, annonce d'une maniere certaine que son mouvement est produit & entretenu par deux forces ou puissances, dont l'une le tire ou le pousse vers un endroit déterminé de l'espace circonscrit par cette courbe, tandis que l'autre le sollicite à s'éloigner de ce même endroit par la tangente de la courbe qu'il décrit.

2°, Que la nature de la courbe décrite par le mobile, dépend du rapport d'intensité & de direction que gardent entr'elles ces deux forces, que nous avons nommées *centripete* & *centrifuge*.

De sorte que si pendant la révolution entiere du mobile, chacune d'elles demeure constamment la même, la courbe dont il s'agit devient un cercle.

Si dans le cours de la révolution, les deux forces qui la produisent, changent de rapports, mais d'une

maniere ſymmétrique ; c'eſt-à-dire ; par exemple, que dans le 1er & le 3e quart la force centrifuge augmente d'une certaine quantité ; que dans le 2e & le 4e elle diminue d'autant, il en réſultera une courbe ſymmétrique, & toujours rentrante.

Si au contraire les décroiſſements ou les augmentations de l'une des deux forces ſe font irréguliérement, la courbe décrite ſe reſſentira de cette irrégularité, quoiqu'elle rentre ſur elle-même par le retour des deux forces à leur premier rapport.

Ces principes étant poſés, quand nous voyons une planete principale, comme Jupiter ou Saturne, tourner autour du Soleil ; quand nous obſervons pareillement que les planetes du ſecond ordre, comme la Lune, font des révolutions périodiques autour de leurs planetes primitives, nous pouvons conclure en toute sûreté, que tous ces aſtres ſont animés par deux forces ; que l'une les pouſſe ou les tire vers l'aſtre autour duquel elles circulent, tandis que l'autre tend à les en éloigner par la tangente de la courbe qu'ils ſuivent en circulant ainſi.

Et comme les obſervations nous apprennent que les orbites des planetes, tant du premier que du ſecond ordre, ne ſont point des cercles, mais des ellipſes, il faut croire que dans le cours de chaque révolution, les deux forces qui produiſent cette courbe, changent pluſieurs fois de rapport, & d'une maniere à peu-près ſymmétrique, reprenant à la fin de la révolution le même qu'elles avoient en la commençant.

Mais d'où viennent originairement ces deux forces, & de quelle nature ſont-elles, pour faire ſubſiſter tous ces mouvements ſans altération ſenſible pendant un ſi grand nombre de ſiecles ? Voilà ce qui intrigue depuis long-temps les Philoſophes, & ſur quoi leur imagination s'eſt exercée avec plus d'efforts que de ſuccès. Leurs méditations ſur ce ſujet n'ont encore produit que des hypothèſes pour ou contre leſquelles on diſpute éternellement, qu'on admet ou qu'on rejette, ſuivant qu'on eſt bien ou mal prévenu à leur égard, ou plutôt à l'égard des Auteurs ou des Nations qui les dé-

fendent. Car dans ce monde l'esprit de parti se mêle de tout, & s'enflamme sur toutes sortes d'objets.

Je ne sais si je me trompe ; mais il me semble que Newton s'y est pris d'une maniere bien sage & bien raisonnable : au lieu de s'amuser à chercher & à deviner les causes premieres, pour en déduire ensuite les phénomenes comme des conséquences, il a commencé, au contraire, par bien examiner ce qui se passoit sous ses yeux & autour de lui ; il en a étudié les causes immédiates ; il en a fait l'application à des effets plus éloignés, & en remontant ainsi du petit au grand, du plus connu à ce qui l'étoit moins, il est parvenu à expliquer d'une maniere très-heureuse, les plus grands mouvements de la nature ; & ce qui inspire une grande confiance pour la route qu'il a suivie, c'est qu'en marchant sur ses pas, en suivant sa méthode, on ramene tous les jours à ses principes des phénomenes de détail qui sembloient s'en écarter, des especes d'exceptions qu'il avoit laissées en arriere, ou dont on n'a-

voit pas encore connoiſſance de ſon temps.

Pluſieurs Philoſophes avant Newton, avoient ſoupçonné dans les corps une tendance mutuelle des uns vers les autres ; parce qu'en effet il y a bien des cas où nous les voyons s'approcher & ſe joindre, ſans que nous appercevions (au moins clairement) une cauſe externe à qui l'on puiſſe attribuer cet effet. Si cette tendance étoit une vertu innée dans la matiere, elle devroit être, dit-on, proportionnée à la maſſe des corps ; & il ſeroit naturel de penſer, qu'à différentes diſtances, elle devroit agir plus ou moins fortement, & ſuivre en cela une certaine loi.

Newton adoptant cette idée, & regardant la propenſion que les corps ont à ſe joindre comme un phénomene général, ſans ſe mettre aucunement en peine de décider s'il a lieu par une force intrinſeque & innée dans la matiere, ou s'il eſt produit par une cauſe méchanique & externe, qui échappe à nos ſens & à nos recherches ; Newton, dis-je,

partant de ce point, ſuppoſa que les corps peſent les uns vers les autres, & s'attirent mutuellement, en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe du quarré de la diſtance : il fit d'ailleurs abſtration de tout milieu réſiſtant, & conſidéra les Cieux, ſinon comme un eſpace vuide, au moins comme remplis d'un fluide incapable d'altérer, par ſa réſiſtance, les mouvements des corps céleſtes.

Dans cette hypothèſe, il examina avec une ſagacité digne de ſon vaſte génie, & par des calculs auſſi exacts que pénibles, ce qui devroit arriver à des portions de matieres qui ſe trouveroient dans des circonſtances ſemblables à celles où les obſervations nous apprennent que ſont les planetes, tant du premier que du ſecond ordre ; les réſultats de ſes opérations lui apprirent que ces portions de matieres ſuppoſées, devroient faire tout ce qu'on voit faire, à peu de différence près, aux corps qui compoſent notre ſyſtême planétaire. C'eſt ce que peuvent voir en détail ceux qui ſont en état d'enten-

dre son Livre *des Principes de la Philosophie Naturelle*, soit en étudiant l'original, soit en lisant les traductions qu'on en a faites, & en s'aidant des Commentaires qu'on y a joints ([a]). Les personnes qui ne seront point assez initiées en Mathématiques, pour entreprendre une pareille lecture, pourront y substituer celle *des Eléments de Physique de M. Gravesende*, Tome II, Livre VI, II[e] Partie, ou *les Traités Elémentaires d'Astronomie* que j'ai recommandés au commencement de cette Leçon.

Ce que Newton n'a pris que comme une hypothèse, lui a si bien réussi, que bien des gens aujourd'hui regardent l'attraction comme une cause premiere, & innée dans la matiere, comme une vertu qui ne dépend d'aucun méchanisme, mais seulement de la volonté toute libre & toute puissante du Créateur, qui a pu, disent-ils, pourvoir à la durée

(*a*) Voyez la Traduction & les Notes des RR. PP. Jacquier & le Seur, Minimes, imprimée à Genêve en 1739 ; & celle de Madame la Marquise du Châtelet, imprimée à Paris en 1759.

XVIII. Leçon.

des mouvements dont il a originairement animé l'Univers, par deux moyens aussi-bien que par un seul, par l'attraction réciproque des corps, & par l'impulsion que nous leur voyons exercer les uns sur les autres.

Cette opinion a de la vraisemblance ; & il ne faut pas s'étonner qu'elle entraîne à elle un grand nombre de Mathématiciens occupés des mouvements célestes, & qui ont pour objets de leurs recherches les plus grands phénomenes de la nature. Mais il faut convenir que la Physique de nos jours, qui se glorifie d'être purgée à jamais de ces qualités occultes qui l'avoient rendu si ridicule, ne doit point voir, sans peine, qu'on fasse rentrer dans la matiere une vertu abstraite, un être inconnu, & même inintelligible, & qui ne tient en rien au Méchanisme. Il n'est pas moins dur pour les Physiciens de reconnoître dans les Cieux une matiere sans résistance, ou comme telle, c'est presque dire une matiere qui n'est point matiere : d'ailleurs l'attraction, proprement dite, n'est pas aussi heureuse sur la Terre

qu'elle paroît l'être dans le Ciel ; je veux dire qu'elle quadre moins bien avec les effets naturels que nous avons ſous les yeux, qu'avec ceux que nous ne voyons que de loin, & dont nous ne ſaurions appercevoir toutes les nuances. Tous les jours on découvre dans la Phyſique expérimentale, que ce qu'on vouloit attribuer à ce principe, s'explique auſſi-bien, & ſouvent même encore mieux, par l'impulſion ; ou s'il eſt quelque cas où elle n'aille pas auſſi-bien en apparence, il faut, pour y ajuſter l'attraction, lui attribuer d'autres loix que celles ſuivant leſquelles on la fait agir, pour rendre raiſon de ce qu'on obſerve dans les Cieux ([a]).

Auſſi ne faut-il pas croire que tous ceux qui comptent ſur la tendance que les corps céleſtes ont les uns vers les autres, & qui expriment ce fait par le mot d'*attraction*, ad-

([a]) Voyez ce que j'ai dit de l'attraction proprement dite dans l'Appendice qui eſt à la fin de la VIII[e] Leçon, Tome II, au ſujet des Tuyaux Capillaires, & des cauſes de la dureté & de la fluidité des corps.

mettent pour cela cet être métaphysique dont il est ici question ; c'est une expression commode pour tout Astronome, pour tout Mathématicien qui traite du mouvement des astres, mais qui ne tire point à conséquence ni pour ni contre l'idée qu'il a du principe.

J'ai regret de terminer cette Leçon sans parler du flux & du reflux de la mer : ce phénomene qui dépend visiblement de l'action de la Lune & de celle du Soleil sur le globe terrestre, se présente naturellement à la suite de ce que je viens d'exposer touchant ces trois corps, & il est assez curieux & assez important pour intéresser nos Lecteurs ; mais c'est par cette raison même que je me trouve comme forcé de le renvoyer à une autre occasion. Il y a trop à dire, tant sur ce grand effet, que sur ses causes ; & pour se mettre passablement au fait, il est si nécessaire d'en bien saisir toutes les circonstances, qu'il vaut mieux, à mon avis, n'en rien dire que de n'en point dire assez : l'abondance des matieres que j'ai à faire entrer dans ce volume, ne

me permet pas de traiter ce ſujet avec l'étendue qu'il exige ; mon deſſein eſt d'y revenir ainſi qu'à pluſieurs autres queſtions que j'ai omiſes, ou un peu trop reſſerrées dans le cours de cet Ouvrage ; ce ſera de quoi former le ſupplément que j'ai promis dans ma préface, & que je regarde comme un engagement contracté, dont je deſire fort de pouvoir m'acquitter.

On pourra lire ſur le flux & reflux de la mer, les quatre pieces qui ont remporté le prix propoſé par l'Académie Royale des Sciences en 1740. Les phénomenes y ſont expoſés avec beaucoup d'ordre & d'exactitude ; & quant aux cauſes, quoique les Auteurs ne les faſſent point dériver des mêmes principes, on y verra avec plaiſir que chacun d'eux fait valoir en habile homme celui qu'il a adopté ou imaginé.



XIX. LEÇON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

XIX. Leçon.

Avant que l'on sût de quelle utilité pouvoit être l'Aimant, on le regardoit déja comme une merveille qui méritoit une attention toute particuliere : & en effet, eût-il été possible de voir sans intérêt & sans admiration deux matieres (l'aimant & le fer) à l'exclusion de toute autre, s'affectionner, pour ainsi dire, au point de se chercher, de se joindre, & de s'attacher ensemble avec une force qui égale quelquefois l'effort d'un poids de 60 ou 80 livres. C'est une espece de prodige non-seulement aux yeux du vulgaire qui ne soupçonne rien au-delà de ce qu'il voit; mais le Physicien même qui cherche, & qui croit trouver la cause secrete de ce phénomene dans l'action d'un fluide invisible, qui pousse ces deux corps l'un vers l'autre

l'autre, est toujours fort embarrassé de dire pourquoi dans toute la nature il n'y a que deux êtres soumis à cette impulsion, & comment avec un contact d'une si petite largeur, la pression du fluide prétendu peut devenir si grande. La curiosité seule auroit fait de cette double question un sujet digne de recherches ; l'intérêt s'y est joint lorsque l'on découvrit la direction de l'aimant, & que l'on apperçut l'avantage qu'on en pouvoit tirer pour la navigation principalement. Quels efforts n'a point faits depuis l'esprit humain, pour augmenter & perfectionner ses connoissances à cet égard ! les plus habiles Physiciens du siecle précédent & de celui-ci, ont presque tous donné une partie de leur temps à cette étude. Que d'expériences & d'observations pour découvrir les loix de la vertu magnétique ! que d'hypothèses pour en expliquer les causes !

Si je voulois rapporter ici tout ce qui a été fait & dit sur cette matiere, je passerois de beaucoup les bornes que je me suis prescrites dans

XIX. LEÇON.

cet Ouvrage, & ce que j'en rapporterois ne seroit peut-être pas ce qu'on y trouveroit de plus utile ; de tout ce que l'on a pu savoir jusqu'ici de l'aimant, je n'exposerai donc que ce qui me paroîtra le plus intéressant, & le plus propre à faire connoître ses principales propriétés ; je me servirai de la connoissance même des effets, pour remonter, autant qu'il sera possible, à celle de leurs causes.

L'origine, la nature, & les qualités sensibles de l'Aimant.

L'AIMANT est une pierre qui se trouve communément dans les mines de fer ou de cuivre, ou dans leur voisinage : celui qu'on estime le plus, vient des Indes ; on en apporte aussi d'assez bons d'Italie, d'Allemagne, de Suede & d'Espagne : les Droguistes à Paris en tiennent dans leurs magasins des tonneaux pleins qu'ils font venir d'Auvergne, & dont on fait usage pour certains remedes extérieurs. Dans la grande quantité, j'en ai quelquefois trouvé des morceaux qui méritoient d'être armés ; mais cela est rare, & la vertu de ces aimants est toujours médiocre.

M. de Réaumur regardoit le fer

comme un aimant imparfait, & d'autres considerent l'aimant comme un fer mêlé de parties terrestres, & des autres principes qu'on y reconnoît, en l'examinant selon les regles de la Chymie. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'on a vu la rouille de fer, mêlée avec des parties grasses & de la pierre commune, former par succession de temps un composé tout-à-fait semblable à l'aimant naturel ([a]). Quoi qu'il en soit, ce minéral a les caracteres distinctifs des pierres; il se calcine au feu, il se pulvérise sous le marteau: & il n'a pas ceux des métaux; il n'est ni fusible, ni malléable.

XIX. LEÇON.

Cette pierre est ordinairement dure & brune: cependant j'en ai vu des morceaux qui étoient d'un blanc grisâtre; & d'autres qui étoient tellement tendres, qu'on pouvoit les entamer avec l'ongle; la couleur & la dureté ne tirent point absolument à conséquence; car les morceaux dont je viens de parler, étoient passablement forts. L'aimant ne pese

(a) Histoire de l'Acad. des Sciences 1731, page 20.

XIX. LEÇON.

point tout-à-fait autant que le fer ([a]) ; mais il pese plus que les pierres dont la dureté égale à peu-prés la sienne, comme le marbre, le caillou, &c.

Propriétés de l'Aimant ; comment on découvre s'il a des poles.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point cette vertu, & ces propriétés dont nous avons à parler dans cette Leçon. Pour s'en assurer, il faut les plonger dans de la limaille de fer (ou d'acier, car l'un & l'autre doivent être regardés ici comme ne faisant qu'un seul & même métal) ; & si la pierre retient cette limaille, qu'elle en paroisse hérissée, & qu'à deux endroits opposés, qu'on doit nommer *les Poles*, ces petites barbes de fer s'élevent presque perpendiculairement à la surface, comme on peut voir en *A* & en *B*, (*fig.* 1), alors on peut compter que cet aimant aura les propriétés dont nous allons parler en détail.

(*a*) D'autres que moi prétendent que l'aimant pese spécifiquement autant ou plus que le fer, & ils peuvent avoir raison ; la différence de nos opinions vient apparemment de ce que l'Aimant étant une matiere fort mêlée de parties hétérogenes, sa pesanteur spécifique varie suivant les individus.

PREMIERE PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

L'attraction.

L'Aimant attire le fer ; c'est-à-dire, que ces deux matieres se portent l'une vers l'autre, ou tendent à se joindre, & que lorsqu'elles se touchent, on ne peut les séparer sans effort.

I. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut essuyer la pierre qui est représentée par la *Figure* 1ere ; & tenir un de ses poles à la distance d'un demi-pouce ou environ d'un carton sur lequel on aura répandu de la limaille de fer.

EFFETS.

On voit la limaille s'élancer vers la pierre, & former à sa partie inférieure une espece de barbe, comme on le peut voir par la *Figure* 2.

II. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

La *Figure* 3 représente une cuvette pleine d'eau, sur laquelle on fait flotter un petit Cygne d'émail

XIX. LEÇON.

qui eſt creux ; & qui tient dans ſon bec un bout de fil de fer plié en plusieurs ſens comme une petite anguille.

Effets.

Lorſqu'on préſente l'aimant par l'un de ſes poles, près de la tête du Cygne, la petite anguille de fer qu'il tient en ſon bec eſt attirée, & toute la figure obéit à cette attraction ; elle fait autant de chemin que l'on veut, ſi l'on a ſoin d'éloigner la pierre à meſure que le Cygne approche, & ſi le fer & l'aimant ſe joignent, on eſt obligé de ſe ſervir des deux mains, pour les ſéparer.

Observations.

Armure ; de quel métal il convient de la faire.

Quoiqu'une pierre d'aimant qui a des poles, attire toujours le fer ſans aucune préparation, il s'en faut bien qu'elle ait autant de force étant nue, que quand elle eſt *armée*, c'eſt-à-dire, quand chacun de ſes poles eſt revêtu d'une lame de fer, terminée par une petite maſſe qui excede de quelques lignes la ſurface inférieure de la pierre, comme *N*, *S*,

(*fig.* 4). La différence eſt ſi grande, que l'aimant qui eſt repréſenté ici, & que je garde depuis 15 ans, peut à peine ſoutenir une demi-livre de fer lorſqu'il eſt nud ; & avec ſon armure, il porte facilement un poids de 27 livres & demie.

XIX. LEÇON.

Ce qu'il y a de ſingulier encore, c'eſt que la pierre n'agit point immédiatement ; c'eſt aux maſſes de fer *S*, *N*, qu'il faut que le contact ſe faſſe ; c'eſt pourquoi l'on fait un portant de fer *C*, auquel on accroche le poids que l'aimant eſt en état de porter.

Comme l'acier n'eſt autre choſe que du fer préparé par le mélange de quelques matieres étrangeres qu'on y incorpore, & que, par conſéquent, il eſt moins fer qu'il n'étoit avant cette préparation, on s'étoit perſuadé qu'il en étoit moins propre à faire les armures de l'aimant, & le portant qui communique de l'une à l'autre : des Expériences de M. Dufay ([a]) ont montré qu'il faut les faire en effet avec du

(*a*) Voyez les Mém. de l'Acad. des Sciences de 1730, pag. 155 & ſuiv.

XIX. LEÇON.

fer doux ; mais en retenant cette pratique, qui est bonne, il faut renoncer, je pense, au raisonnement qui l'a suggérée ; car nous verrons par la suite, que l'acier trempé très-dur, s'aimante mieux que le fer doux : ce n'est pas pour la premiere fois qu'un mauvais raisonnement a donné occasion à une bonne découverte.

Différents degrés de force dans les Aimants.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point une égale force ; & il n'y a gueres que l'épreuve même qu'on en fait, qui puisse montrer ce que chaque aimant peut faire ; car la grosseur, la couleur, le degré de dureté, &c. sont des signes extrêmement équivoques : en général, on peut dire que les petites pierres ont plus de force à proportion que les grandes ; on trouvera bien plus fréquemment un aimant qui pesant deux onces, en soutienne 20, qu'un autre de deux livres qui porte dix fois son poids : cette différence paroît être fondée sur ce que la force de l'aimant tient principalement à ses poles ; dans une grosse pierre ils sont trop étendus ; la vertu qui en

en émane n'eſt point ſi concentrée.

On remarque auſſi que la figure & les dimenſions y entrent pour quelque choſe ; quand les poles ſont fort diſtants l'un de l'autre, c'eſt la diſpoſition la plus avantageuſe qu'ils puiſſent avoir. Il ne faut pas douter auſſi que la puiſſance d'un aimant ne dépende beaucoup de la façon dont il eſt armé : Joblot & Buterfield ſe ſont diſtingués dans ce genre au commencement de ce ſiecle, parce qu'ils ont joint beaucoup d'intelligence à une longue pratique. Aujourd'hui le ſieur Pierre le Maire les remplace aſſez bien ; & l'on eſt heureux de trouver dans l'occaſion un ouvrier qui entende ce qu'il fait.

Le fer ſeul attirable par l'Aimant.

L'OPINION commune eſt que l'aimant n'attire que du fer ; cependant M. Geofroy le Médecin, trouva que les cendres de pluſieurs végétaux obéiſſoient auſſi à la vertu magnétique ; & feu M. Muſchenbroek, après un grand nombre d'expériences, a donné une liſte aſſez étendue des matiéres qu'il a trouvées ſuſceptibles de cette attraction, ſoit en les éprouvant dans leur état naturel, ſoit en les faiſant rou-

XIX. LEÇON.

gir au feu avec une matiere graſſe, végétale ou animale; mais bien loin d'en conclure que l'aimant attire autre choſe que du fer, il a penſé comme M. Lémery, & comme tout le monde penſe aujourd'hui, que tout ce qui ſympathiſe avec la vertu magnétique eſt du fer caché ou développé. Nous avons déja dit ailleurs que ce métal, par le grand uſage que l'on en fait, ſe trouve répandu par-tout; & c'eſt un fait connu de tous les Chymiſtes, que les métaux ſe révivifient de leurs propres cendres quand on y ajoute quelque matiere graſſe. On ne doit donc pas être ſurpris que pluſieurs ſortes de terres ainſi préparées, que l'émeril & certains ſables ſans aucune préparation, s'attachent à l'aimant, puiſqu'il y a de fortes raiſons pour croire que toutes ces matieres contiennent du fer; & peut-on en douter, lorſqu'en y mêlant une infuſion de noix de galles, on les rend noires?

Il ne faut pourtant pas croire que tout ce qu'on trouve attaché à l'aimant dans ces ſortes d'épreuves, ſoit du fer: il ſuffit, pour cet effet, que chaque petite maſſe contienne quel-

que parcelle de ce métal : la vertu de l'aimant étant beaucoup plus forte qu'il ne faut pour vaincre le poids de la partie métallique sur laquelle seule elle agit, l'emporte avec tout ce qu'elle a d'étranger ; comme l'aimant de la *figure* 4 soutient un poids de 27 livres, qui peut être de pierre ou de toute autre matiere, parce que ce poids est accroché au portant *C* qui est de fer.

L'aimant réduit en poudre n'a plus de poles, & par conséquent n'est plus en état d'attirer le fer : lorsqu'on l'emploie dans les emplâtres, on ne doit donc le regarder que comme un astringent ou un détersif ; ce seroit une puérilité de croire qu'un pareil topique eût quelque vertu particuliere pour guérir une plaie qui viendroit d'un coup de fer, ou pour attirer en dehors quelque morceau de ce métal qui seroit enfoncé dans les chairs.

On ne voit pas non plus ce qui peut faire regarder l'aimant, même lorsqu'il est armé, comme un préservatif contre l'apoplexie, ou contre les affections vaporeuses. Et pour

XIX. LEÇON.

le dire en passant, rien n'est plus dangereux que ces fausses idées en matiere de remedes : car si l'on est assez crédule pour y mettre sa confiance, on se dispense trop légérement des précautions qui seroient plus raisonnables & plus efficaces ; & plus elles sont nécessaires, plus on risque en leur substituant ainsi ce qui ne peut les remplacer.

Avantages qu'on peut tirer de cette propriété de l'Aimant.

COMME la vertu magnétique n'a de prise que sur le fer, on peut quelquefois tirer parti de cette propriété pour séparer des matieres précieuses qui se trouveroient mêlées avec du fer; si l'on avoit, par exemple, limé du fer & de l'or ensemble, on pourroit par ce moyen séparer ces deux métaux. Il seroit à souhaiter que les Fondeurs eussent cette attention lorsqu'ils ont acheté du cuivre en limailles; les ouvrages fondus en seroient plus épurés; on ne rencontreroit pas dans la fonte, en la travaillant, des grains de fer ou d'acier qui gâtent les outils, & qui ne permettent pas qu'on puisse finir certaines piéces, dont la matiere doit être absolument d'une dureté uniforme.

N'est-ce point à de pareils défauts qu'on doit attribuer une partie des accidents qu'on voit arriver aux moulins à poudre ; les pilons ont beau être armés de cuivre, on a beau faire de ce même métal les outils avec lesquels on grate, ou l'on choque ces armures pour en détacher la composition ; s'il s'y trouve des grains d'acier, il n'en faut pas davantage avec quelque gravier, pour produire une étincelle qui mette le feu à toute la fabrique.

Montagnes d'Aimant, ce qu'on en doit penser.

Je n'oserois combattre ici d'une maniere sérieuse l'idée romanesque de ces montagnes d'aimant qui détournent les vaisseaux de leur route, & qui les font aborder malgré eux ; on sait assez que ces êtres d'imagination n'ont aucune place dans l'Histoire Naturelle, & que leurs prétendus effets n'en méritent pas davantage en Physique. J'ai vu l'Isle d'Elbe qui a peut-être donné lieu à ces sortes de contes, parce qu'en effet elle contient beaucoup d'aimant ; mais j'en ai examiné plus de six quintaux sans en trouver un morceau qui valût la peine d'être taillé

XIX. LEÇON.

& armé; & dans tout l'Etat de Florence à qui appartient cette Isle, je n'ai vu personne qui pensât qu'elle fût capable d'agir sur la ferrure des vaisseaux qui se trouvent ou qui passent dans son voisinnage.

La répulsion.

SECONDE PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

Un Aimant attire & repousse un autre Aimant, suivant la maniere dont ils se présentent l'un à l'autre.

III. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

S, *M*, (*fig.* 5) sont les deux poles d'un aimant de médiocre grosseur, qui flotte sur l'eau par le moyen d'une petite gondole de cuivre très-mince, & fort légere, dans laquelle il est posé; *m*, *s* est un autre aimant pareil au premier, que l'on tient dans la main par son équateur; il faut que la vertu magnétique soit un peu forte dans ces deux pierres, ou au moins dans l'une des deux.

EFFETS.

Lorsque le pole *m* se présente au pole S de l'aimant qui flotte, ou ré-

ciproquement le pole *M* de celui-ci au pole *s* de l'autre, les deux pierres tendent à s'approcher & à se joindre.

Mais elles se repoussent visiblement, lorsqu'on met les poles de même nom, c'est-à-dire, *M* & *m*, *S* & *s*, vis-à-vis l'un de l'autre.

IV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Sur le bout d'une aiguille de bois de 15 pouces de longueur ou environ, portée sur un pivot, mettez en équilibre avec quelque petit poids un morceau d'aimant brute dont vous ayez reconnu les poles. Prenez à la main un pareil morceau d'aimant, & faites les mêmes épreuves que dans l'expérience précédente.

EFFETS.

Vous aurez les mêmes résultats.

OBSERVATIONS.

Quand on fait ces expériences avec des aimants qui ont beaucoup de vertu, il ne faut point approcher de fort près les poles de même nom

XIX. LEÇON.

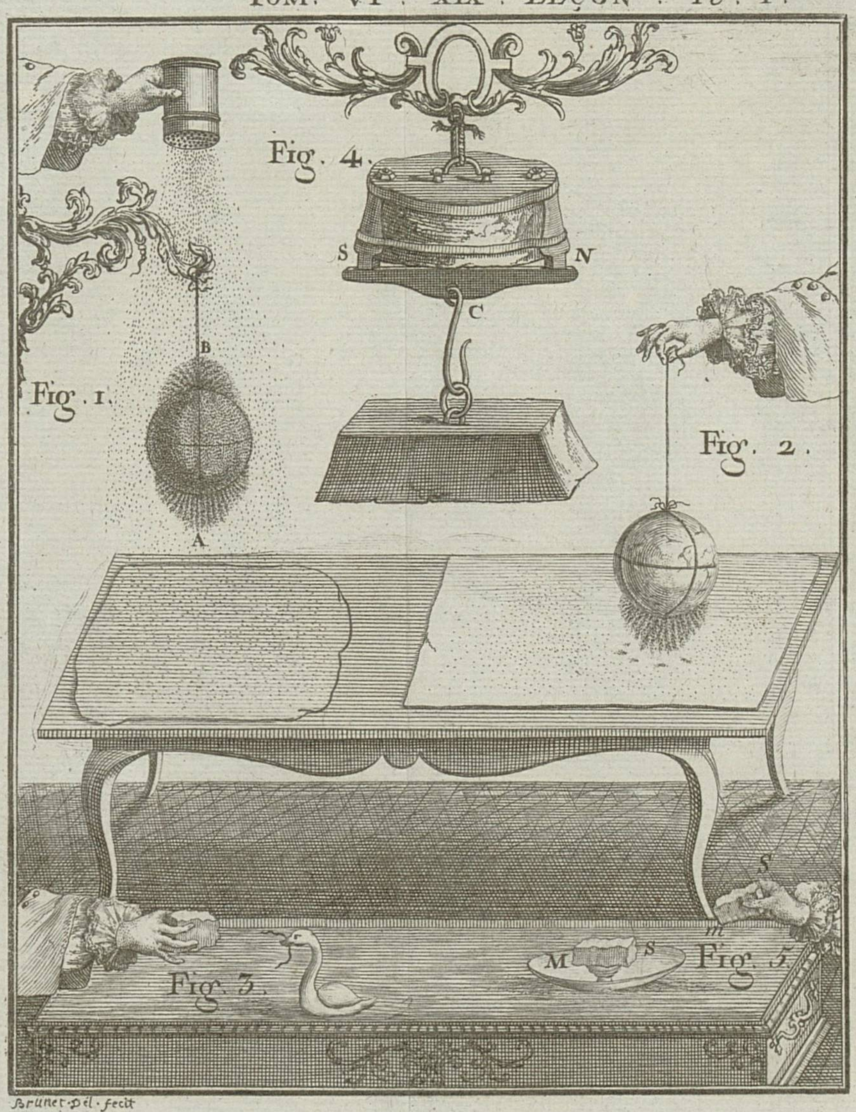
l'un de l'autre; car alors comme il eſt rare qu'ils ſoient tous deux d'égale force, il arrive aſſez ſouvent que le plus foible ſe laiſſe entraîner par le plus fort; au lieu d'une répulſion qu'on devroit avoir, il y a attraction.

Je ferai voir bientôt que le fer aimanté a toutes les propriétés de l'aimant; une lame de ce métal qui a été touchée, a donc deux poles comme la pierre même; ainſi les expériences que je viens de rapporter, ſe font pareillement avec deux aiguilles aimantées, ou bien avec une aiguille & un aimant.

La vertu magnétique agit à travers toutes ſortes de matieres.

DE QUELQUE maniere que la nature opere cette attraction & cette répulſion, on peut dire qu'aucun obſtacle que l'on connoiſſe, (ſi l'on en excepte une trop grande diſtance) n'y met empêchement; car ces effets n'en arrivent pas moins, quoique l'on interpoſe entre le fer & l'aimant toutes ſortes de matieres, tant ſolides que fluides, du carton, du bois, du verre, de l'eau, de la flamme, &c.

Si l'on promene une pierre armée ſous un carton ou ſous un carreau


Fig. 4.
S
N
C
Fig. 1.
B
A
Fig. 2.
S
m
Fig. 3.
M
S
Fig. 5.
Brunet Del . fecit

de verre, couvert de limaille de fer, tous ces petits fragments se dressent & se hérissent aux endroits qui répondent successivement aux poles de l'aimant, & font voir d'une maniere sensible & curieuse la route qu'on lui fait tenir; voyez la *Figure* 6 qui représente un aimant, dont les deux poles *N*, *S* tournent horizontalement sous un carton mince couvert de limaille de fer. La pierre pour recevoir ce mouvement, est montée sur une tige de métal qu'on fait tourner avec une manivelle *M*, deux poulies *P*, *P*, & une corde sans fin.

Si l'on met une petite lame de fer en équilibre sur un pivot, au fond d'un vase de verre, & qu'on l'emplisse d'eau ou de toute autre liqueur, l'aimant ou le fer aimanté qu'on promene autour du verre, exerce son action sur la petite lame, nonobstant l'interposition du verre & de l'eau, &c. (*fig.* 7).

Enfin si cette lame de fer mobile est entourée d'un petit auge plein d'esprit-de-vin, & qu'on y mette le feu, la flamme qui s'éleve de toutes parts n'empêche pas que

XIX. LEÇON.

l'aimant ne fasse encore tourner le fer. (*fig.* 8)

Applications curieuses de cette propriété de l'Aimant.

CETTE propriété du magnétisme d'agir ainsi à travers les corps solides & opaques, comme à travers les matieres fluides & transparentes, en impose souvent aux yeux lorsqu'elle est employée avec adresse; j'ai vu des horloges de chambre qui n'avoient point d'autre aiguille pour marquer les heures, qu'une petite mouche d'acier poli & devenu bleu, qui glissoit sur une feuille de laiton fort mince & fort unie, qui faisoit le fond du cadran, sans que l'on vît ce qui la faisoit mouvoir ainsi. Elle suivoit un aimant qui tournoit derriere, & dont elle n'étoit séparée que par la feuille même de cuivre poli, sur laquelle on la voyoit glisser vis-à-vis des heures. On peut juger, par ce petit artifice, de tous ceux qu'on peut imaginer dans ce genre.



TROISIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

XIX. LEÇON.

La communication de la vertu magnétique.

L'Aimant communique ſes propriétés au fer, de ſorte qu'une lame de ce métal étant animée, peut être conſidérée comme un véritable Aimant, & s'appliquer aux mêmes expériences.

V. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut avoir pluſieurs lames de fer, dont chacune ait environ une ligne & demie d'épaiſſeur, un pied ou 15 pouces de longueur, & 5 à 6 lignes de largeur : des bouts de fleurets ſont très-bons pour cet uſage, & j'ai même remarqué que cette eſpece d'acier que les ouvriers appellent *étoffe*, réuſſit mieux que le fer pur. On touche toutes ces lames l'une après l'autre à un fort aimant bien armé, obſervant de faire gliſſer chaque face d'un bout à l'autre, & dans le même ſens ſur la maſſe *N* de l'armure, (*fig.* 9). On réunit enſuite toutes ces lames aimantées, en mettant du même côté toutes les extrémités que l'aimant a touchées les

XIX. LEÇON.

dernieres ; & l'on ſerre cet aſſemblage avec des ligatures de cuivre, garnies de vis ou autrement (voyez la *fig.* 10). Mais une attention qu'il faut avoir, c'eſt de ne donner aucun coup de marteau, aucunes ſecouſſes rudes à ces pieces, ſoit avant, ſoit après les avoir aſſemblées.

EFFETS.

Ce faiſceau de verges aimantées, que l'on a nommé *Aimant artificiel*, peut s'employer à toutes les expériences précédentes comme un aimant naturel ; il a deux poles, dont l'un *m* attire la pierre flottante de la *figure* 5 lorſqu'on le préſente vers *S*, & la repouſſe quand on le tourne vers *M*. Il ſe charge de limaille ou de clous par l'un & l'autre bout : il agit à travers toutes les matieres qu'on oppoſe à, ſon action; & il communique la vertu magnétique autant, & mieux à proportion, qu'une bonne pierre d'aimant armée.

OBSERVATIONS.

L'aimant, ſoit naturel, ſoit artificiel, en communiquant ſes pro-

priétés au fer, ne perd rien de sa vertu ; on a beau aimanter un grand nombre de lames à la même pierre, & de suite, on ne s'apperçoit point qu'elle en soit épuisée.

XIX. LEÇON.

La vertu magnétique communiquée s'affoiblit ou se perd en certains cas.

IL ARRIVE pourtant quelquefois qu'un aimant perd sa force par succession de temps : on remarque aussi, quoique plus rarement, qu'il en acquiert ; & en général il paroît que le magnétisme se fait sentir plus vigoureusement l'hiver lorsqu'il regne un vent de Nord, que dans toute autre saison, & par un temps pluvieux : l'affoiblissement vient plutôt des secousses rudes, de la rouille des armures, ou d'un violent degré de chaleur, peut-être aussi d'une position désavantageuse & de longue durée.

Distinction des aimants en généreux & en vigoureux.

CE NE sont pas les aimants capables de soutenir un plus grand poids, qui sont toujours, comme on le pourroit croire, les plus propres à communiquer une grande vertu au fer : on en voit qui portent peu, & qui touchent puissamment ; d'autres qui portent beaucoup, & qui communiquent peu de vertu. C'est ce qui

XIX. LEÇON.

les fait distinguer par les noms de *vigoureux* & de *généreux*; ceux-ci sont les plus forts quant à la communication ; ceux-là sont les plus puissants pour l'attraction & pour la répulsion : il n'est quelquefois pas besoin de toucher, il suffit d'approcher le fer d'un aimant bien généreux ?

Procédé à observer pour communiquer la vertu magnétique.

LA communication du magnétisme, lorsqu'elle se fait par attouchement ou seulement par approche, s'opere en très-peu de temps; c'est-à-dire, qu'au premier tact une lame de fer s'aimante sensiblement; mais sa vertu augmente jusqu'à un certain point, si elle est touchée à plusieurs reprises, & du même sens; car lorsqu'on la touche alternativement en sens contraires, elle perd au second contact ce qu'elle avoit acquis dans le premier.

Aiguilles de Boussoles; de quoi il convient qu'on les fasse.

ON fait d'acier toutes les aiguilles de boussoles: si elles étoient de fer doux, elles s'aimanteroient peut-être plus aisément; mais il est essentiellement nécessaire qu'elles soient bien légeres pour être très-mobiles, & qu'elles puissent conserver long-

temps leur vertu magnétique ; si elles étoient de fer, elles plieroient trop aisément, ou bien il faudroit les faire plus épaisses, par conséquent plus lourdes : d'ailleurs on sait par expérience que l'acier, s'il ne s'aimante pas aussi aisément, garde mieux que le fer la vertu magnétique qu'on lui fait prendre.

Aimants artificiels, leur histoire, & leurs différentes constructions.

LES aimants artificiels, tels que celui dont on a fait usage dans la derniere expérience, n'ont point une force proportionnée au nombre des lames qui les composent ; c'est-à-dire, que si chaque lame séparée des autres, a la force de soutenir deux onces de fer, huit lames semblables, lorsqu'elles sont réunies, n'en portent point une livre comme il semble qu'elles devroient faire ; il y a toujours du rabais plus ou moins, suivant que leur union est plus ou moins parfaite, ou bien selon quelqu'autre circonstance dont on ignore encore l'importance.

On peut remarquer aussi que ces assemblages de lames aimantées communiquent au fer beaucoup plus de vertu à proportion qu'un aimant

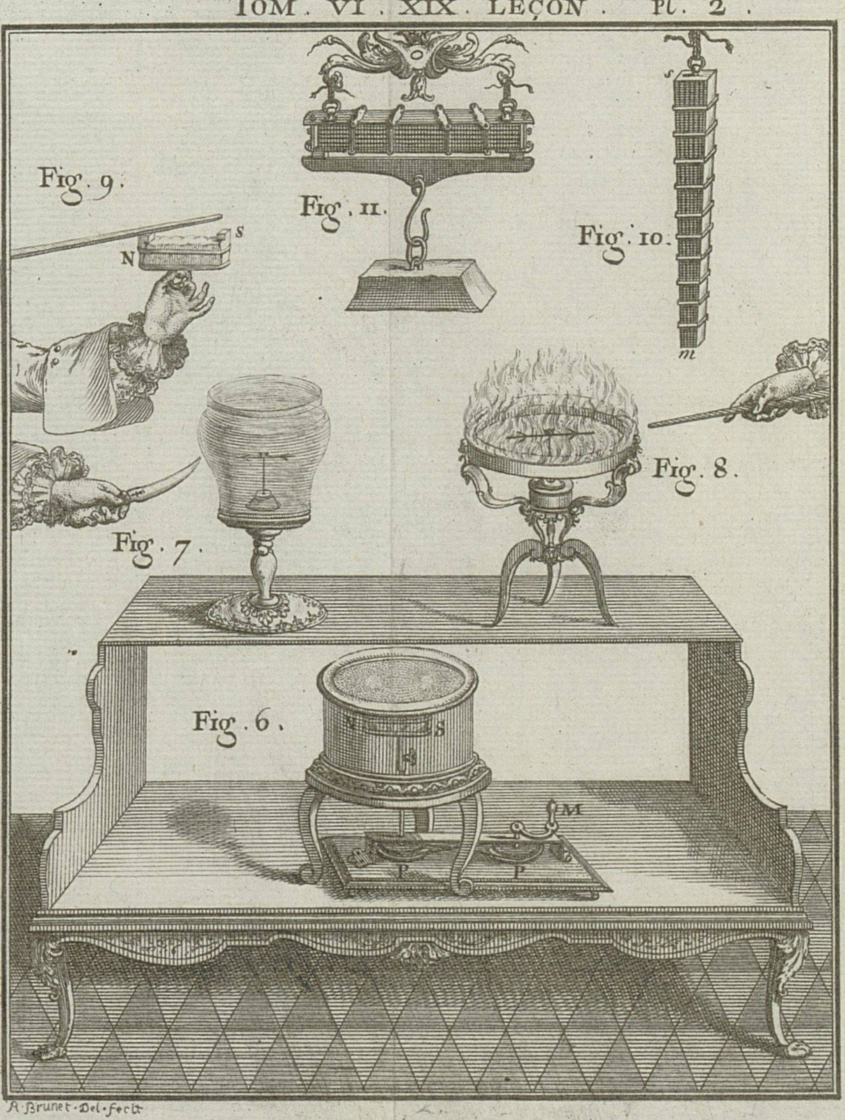
XIX. LEÇON.

naturel; & quand on a des aiguilles de bouſſole à toucher, ou que quelqu'un a la curioſité de faire aimanter un couteau ou une épée, on doit préférer pour cette opération l'aimant artificiel à la pierre armée.

Je crois que cet avantage vient de la grande diſtance qu'il y a d'un pole à l'autre; car j'ai obſervé que c'eſt une figure avantageuſe pour une pierre, lorſque ſa plus grande longueur ſe trouve compriſe entre les deux pieces de ſon armure.

En 1740, il me prit envie de ſavoir ſi l'aimant artificiel gagneroit beaucoup d'être armé : le ſieur Pierre le Maire, dont j'ai fait mention ci-deſſus, m'en compoſa un de douze lames d'acier trempé, dont chacune avoit huit pouces de longueur, une ligne d'épaiſſeur, & environ dix lignes de largeur; il en fit un faiſceau qu'il ſerra fortement avec des ligatures de cuivre, & aux extrémités duquel il attacha deux armures ſemblables à celles que l'on met aux pierres d'aimant; voyez la *Figure* 11.

Cet aimant qui avant d'être armé n'enlevoit


Fig. 9.
N
S
Fig. 11.
Fig. 10.
s
m
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 6.
N
S
M
P
P
A. Brunet. Del. fecit.

n'enlevoit par le bout le plus fort qu'une livre & demie de fer, ou à peu-près, porta, quand il le fût, un poids de six livres & demie par le moyen d'une piece de fer qu'on mit en contact sur les deux masses des armures. C'est la premiere fois de ma connoissance, qu'on ait réuni l'action des deux poles d'un aimant artificiel, par une lame de fer qui communiquât de l'un à l'autre.

En 1746, M. Knight, Médecin Anglois, montra à la Société Royale de Londres un nouvel aimant artificiel qu'il avoit composé de deux barreaux d'acier trempé dur, longs de 15 pouces, situés parallélement entr'eux, séparés l'un de l'autre par une regle de bois *C* de 8 à 9 lignes de large, les extrémités communiquant ensemble par deux petites pieces de fer doux *a a*, *b b*, aussi larges & aussi épaisses que les barreaux, avec cette attention que le pole Nord de l'un répondoit au pole Sud de l'autre: voyez la *Figure* 12 qui représente cet assemblage.

M. Knight avec cet instrument changea à plusieurs reprises, en pré-

XIX. LEÇON.

ſence de la compagnie, les poles d'un aimant naturel, non armé & foible; & il montra d'une maniére déciſive que l'acier trempé bien dur, s'aimante plus fortement que le fer doux, & l'acier recuit après la trempe.

Pour faire ces expériences, il ôta les deux pieces de fer doux qui faiſoient communiquer enſemble ſes deux barreaux; il les ouvrit enſuite comme les deux branches d'un compas, & les aligna bout-à-bout l'un de l'autre ſur une table, de maniere que le pole Sud de l'un touchoit le pole Nord de l'autre, comme on le peut voir par la *Figure* 13. Il plaça ſucceſſivement ſur ces barreaux des aiguilles de bouſſoles de mer, les unes d'acier trempé très-dur, les autres d'acier revenu au bleu, ou de fer doux; il les plaça, dis-je, de façon que le centre de chacune d'elles répondît à la jonction des deux barreaux; puis en faiſant appuyer deſſus avec la main, il tira les deux barreaux en ſens contraires, & fit parcourir au pole Nord de l'un la moitié de l'aiguille, & l'autre moitié de la même

aiguille au pole Sud du barreau opposé. Par cette épreuve réitérée plusieurs fois de suite, on vit que les aiguilles d'acier, qui avoient une trempe complette, avoient contracté une bien plus grande vertu, & d'attraction, & de direction, que celles qui avoient été recuites après la trempe, ou qui n'étoient faites que de fer doux.

M. Knight changea plusieurs fois les poles d'une pierre d'aimant nue, en la plaçant entre les deux barreaux, toujours alignés, mais séparés de maniere que le pole Nord de la pierre touchât le pole Nord de l'un deux, & son pole Sud, le pole de même nom de l'autre barreau. Cette pierre ayant demeuré un bon quart-d'heure dans cette situation, eut ses poles en sens contraires de ce qu'ils étoient auparavant; on la laissa ensuite autant de temps entre les deux barreaux, son axe ou la ligne de ses poles, coupant à angles droit l'alignement des barreaux; les poles de la pierre changeant encore de place, se mirent dans la direction de l'aimant artificiel.

XIX. LEÇON.

Peu de temps après, M. Knight nous envoya de petits barreaux d'acier longs de 3 à 4 pouces, sur environ trois lignes & demie de diametre, & qui portoient, sans aucune armure, 7 à 8 fois la valeur de leur poids; & ce qu'il y avoit de plus merveilleux, c'est que M. Knight a toujours assuré qu'il leur faisoit prendre cette vertu magnétique, sans le secours d'aucun aimant naturel ni artificiel.

M. Duhamel, par différents procédés, chercha à imiter ces barreaux magnétiques, dont le Médecin Anglois a toujours fait mystere; & il parvint à en faire d'aussi forts, en partant de deux faits déja connus: savoir, 1°, que quand on aimante une lame de fer ou d'acier, le bout qui est touché le dernier a toujours plus de vertu que l'autre; 2°, que quand on aimante une petite lame sur une plus grande qui lui sert de support, elle prend par ce moyen plus de vertu qu'elle n'en recevroit si elle étoit seule.

M. Duhamel commença donc par toucher avec un aimant naturel de

petits barreaux d'acier trempé, posés au bout, & sur une barre beaucoup plus grande, & qui avoit déja touché à l'aimant; ensuite il les mit à la maniere de M. Knight entre deux barres magnétiques, ayant soin de rendre les poles de différents noms contigus les uns aux autres, & par-là il parvint à aimanter ces petits barreaux aussi fortement que ceux qui avoient été envoyés d'Angletterre ([a]).

Mais cette imitation n'étoit pas complette, en supposant que M. Knight ne se servît d'aucun aimant naturel ou artificiel, pour donner la vertu magnétique à ses barreaux; MM. Michell & Canton en Angleterre, & M. Antheaume à Paris, se proposerent de deviner son secret, ou au moins de parvenir au même but d'une maniere quelconque ([b]).

(*a*) Voyez le détail de ces expériences; *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1745, *pag.* 18 *& suiv. &* 1750, *pag.* 154 *& suiv.*

(*b*) Tous ceux qui se sont proposé de faire prendre au fer la vertu magnétique sans le toucher à l'aimant, ont dû se souvenir que le P. Grimaldi, Jésuite, il y a environ 200 ans observa qu'une barre de fer tenue pendant quelque temps dans une situation verticale, s'aimantoit assez pour attirer par son extrémité

XIX. LEÇON.

Le premier vint à bout de donner un commencement de vertu magnétique à un petit barreau d'acier, qu'il plaça bout-à-bout entre deux barres de fer, sur une table un peu inclinée au Nord, ayant soin que ces trois corps contigus fussent alignés dans le plan du méridien magnétique, & en traînant dessus, & à plusieurs reprises, dans la direction du Nord au Sud, le bout d'une troisieme barre de fer élevée presque verticalement.

Le second obtint le même effet, en attachant le petit barreau d'acier contre la partie supérieure d'un fourgon de fer, en traînant dessus de bas en haut, & à plusieurs fois, le bout inférieur d'une de ces pincettes qui servent communément à attiser le feu.

Voici la méthode que j'ai vu pratiquer avec succès au troisiéme (à M. Antheaume), & je copie ses

d'en bas, la pointe Sud d'une aiguille de boussole, & la repousser par son extrémité d'en haut; phénomene qui s'est confirmé depuis par l'observation qu'en fit Gassendi sur la tige de la croix du clocher de S. Jean d'Aix en Provence, & par une pareille remarque qui fut faite à la fin du dernier siecle, à l'occasion d'une pareille croix à Chartres.

propres paroles. « Sur une plan-
»che, dit-il, inclinée dans la di-
»rection du courant magnétique,
»c'eſt-à-dire, pour Paris inclinée à
»l'horizon de 70 degrés du côté du
»Nord, je place de file deux barres
»de fer quarrées, de 4 à 5 pieds de
»longueur ſur 14 à 15 lignes d'é-
»paiſſeur, limées quarrément par
»leurs extrémités intérieures, ou qui
»ſe regardent, entre leſquelles je
»laiſſe un intervalle de ſix lignes;
»j'applique à chacune de ces extré-
»mités une eſpece d'armure, for-
»mée avec de la tole de deux li-
»gnes d'épaiſſeur, 14 à 15 lignes de
»largeur, & une ligne de plus de hau-
»teur, dont le côté qui doit être
»appliqué à la barre eſt limé, & en-
»tiérement plat; trois des bords de
»l'autre face ſont taillés en biſeau
»ou chanfrein; le quatrieme qui
»doit excéder d'une ligne l'épaiſſeur
»de la barre, eſt limé quarrément
»pour former une eſpece de talon.
»Pour remplir le reſte de l'intervalle,
»je mets entre ces deux armures une
»petite languette de bois de deux
»lignes d'épaiſſeur. Tout étant ainſi

XIX. LEÇON.

» disposé, & placé, comme je l'ai dit » dans la direction du courant magnétique, je glisse sur ces deux talons à la fois, suivant la longueur » des barres de fer, la barre d'acier » que je veux aimanter, la faisant » aller & venir lentement d'un de » ses bouts à l'autre, comme on feroit si l'on aimantoit sur les deux » talons d'une pierre d'aimant. Voyez » la *Figure* 14 qui représente tout cet » appareil ([a]).

» J'ai été surpris moi-même, » (ajoute M. Antheaume), de voir que » j'aimantois ainsi tout d'un coup, » non-seulement de petites barres » comme celles de MM. Michell & » Canton, mais de grosses barres d'acier d'un pied de longueur, & même plus longues, ce qu'on n'obtiendroit jamais par leurs méthodes. L'expérience m'a fait connoître depuis que cette opération » produit des effets encore plus sur-

(*a*) *A B*, la planche ou le madrier incliné; *C D*, *E F*, les deux barres de fer alignées; *l l*, les deux armures de tole; *h i*, la lame de bois qui est entre les armures; *K L*, la lame à aimanter.

prenants,

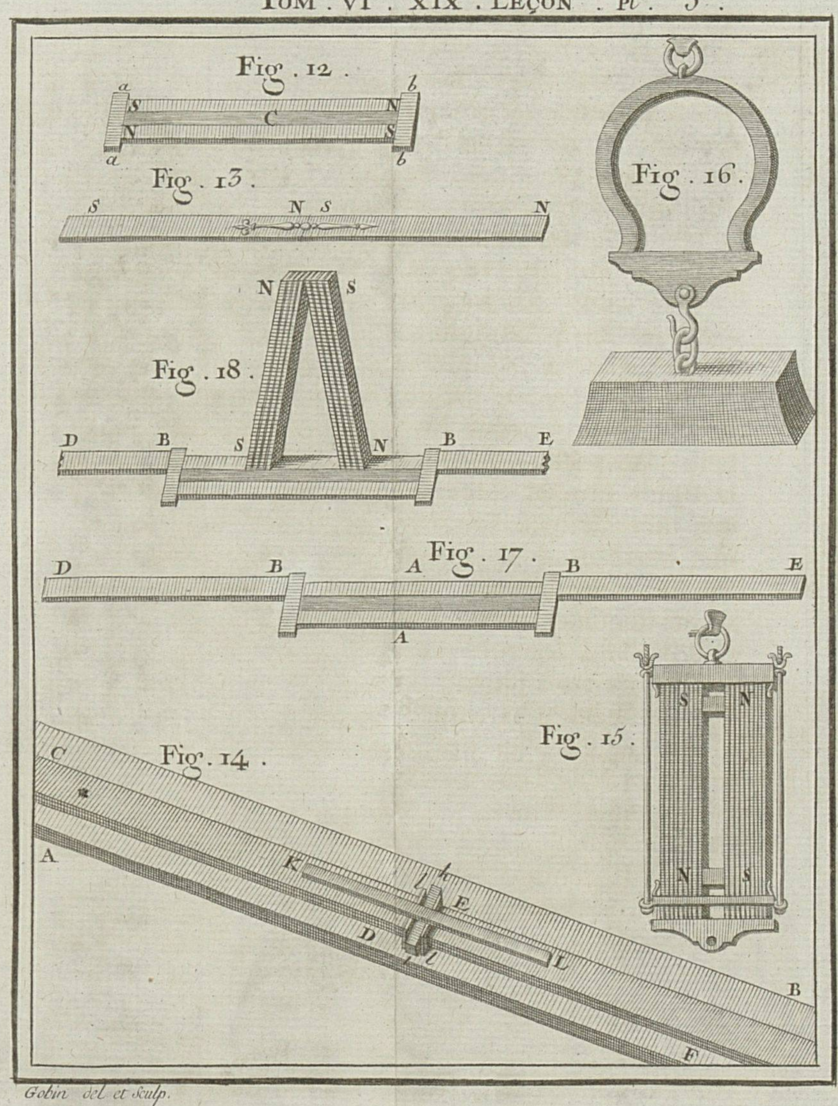
» prenants, en employant des barres » de fer de dix pieds de longueur » chacune ; la force magnétique que » reçoit pour lors la barre d'acier, » égale celle qu'elle recevroit d'un » très-bon aimant, &c. » *Mém. ſur les Aimants artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Pétersbourg en* 1760. *A Paris, chez Butard*, 1760.

De quelque maniere que les barreaux aient reçu la vertu magnétique, on en fait des aimants artificiels d'une très-grande force, en les multipliant & en les diſtribuant en deux faiſceaux ſéparés l'un de l'autre par deux dés de bois d'un pouce d'épaiſſeur, les poles de différents noms communiquant enſemble de part & d'autre par une armure de fer doux, comme les barreaux ſimples de M. Knight : voyez la *figure* 15. J'en ai un de cette eſpece qui porte 75 liv.

Feu M. Bazin, qui a écrit ſur les courants magnétiques, m'envoya, il y a 10 ou 12 ans, de Strasbourg des aimants artificiels, qu'il faiſoit d'un ſeul barreau tourné en forme de fer à cheval, comme on le peut voir

par la *figure* 16. Ils ont cet avantage que les deux poles, comme aux aimants naturels, communiquent ensemble par un contact ou portant de fer doux, auquel on accroche le poids qu'on veut faire porter.

Quant à la maniere de toucher avec les faiſceaux de M. Michell, les barreaux qui forment l'aimant artificiel de M. Knight, repréſenté par la *figure* 12, MM. Duhamel & Antheaume recommandent le procédé ſuivant comme le meilleur : il faut placer l'aſſemblage déſigné par la figure que je viens de citer, ſur une table un peu longue ; que chaque barreau *A A*, (*fig.* 17) ſe trouve tour à tour dans l'alignement de deux autres barres d'acier *D B* & *B E*, longues de deux pieds & demi ou trois pieds ; puis on place ſur le milieu du barreau *A*, le bout *N* (*fig.* 18) de l'un des faiſceaux, & le bout *S* de l'autre ; & l'on traîne à pluſieurs repriſes & doucement celui-ci juſqu'en *D*, & celui-là juſqu'en *E* ; ce que l'on réitere pour chaque barreau ſur les deux faces oppoſées.



Gobin del et Sculp.

L'hiſtoire des aimants artificiels, la maniere de les conſtruire & de s'en ſervir, pour toucher les aiguilles de bouſſoles, c'eſt ce qu'il y a de plus intéreſſant & de plus nouveau dans cette matiere : je crois en avoir dit aſſez pour ſatisfaire la curioſité du plus grand nombre de mes Lecteurs ; ceux qui voudront de plus amples inſtructions, pourront conſulter les Mémoires de l'Académie des Sciences ou celui de M. Antheaume cités ci-deſſus ; ou bien ſe pourvoir d'un Ouvrage in-12, imprimé à Paris en 1752, chez Guerin & Delatour, lequel eſt intitulé : *Traité ſur les Aimants artificiels....par le R. P. Rivoire, Jéſuite.*

QUATRIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

La direction.

L'aimant naturel ou artificiel dirige l'un de ſes poles vers le Nord, & l'autre vers le Sud.

VI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

1°, On fait flotter ſur l'eau une

XIX. LEÇON.

petite pierre d'aimant comme celle de la 3e Expérience (*fig.* 5).

2°, On place ſur un pivot une aiguille de bouſſole bien aimantée, (*fig.* 19) ; on prend ſoin qu'il n'y ait ni fer ni aimant à 3 ou 4 pieds de diſtance aux environs.

3°, Il faut connoître à peu-près la poſition du lieu où l'on eſt, par l'inſpection du Soleil ou autrement.

EFFETS.

On remarque aiſément que la pierre & l'aiguille dirigent l'un de leurs poles vers le Nord, & l'autre du côté du Midi ; & ſi l'on fait quelque mouvement qui les dérange de cette direction, auſſi-tôt qu'elles ſont libres, elles affectent toujours de la reprendre.

OBSERVATIONS.

La direction de l'aimant eſt de toutes les propriétés qu'on lui connoît, celle qui nous a été la plus utile juſqu'à préſent. Celui qui s'apperçut le premier qu'une lame de fer aimantée, lorſqu'elle avoit la liberté de ſe mouvoir facilement, ſe

XIX. LEÇON.

tournoit de maniere que ses deux extrémités indicassent le Nord & le Sud, demeura probablement occupé de cette nouveauté, & ne pensa point à en faire d'autre usage que d'exciter l'admiration de ceux qui pouvoient n'en avoir point encore eu connoissance : mais dans le grand nombre des admirateurs, il étoit bien difficile qu'il ne se rencontrât enfin quelqu'un de ces génies attentifs à mettre à profit les découvertes que l'on doit assez souvent au hazard. Il s'en trouva en effet, & l'on pensa qu'un instrument capable d'indiquer par lui-même le Nord & le Sud, devoit être d'un grand secours à quiconque auroit besoin de s'orienter dans des temps & dans des lieux où le Ciel ne pourroit être consulté.

Application de cette propriété de l'aimant. Invention de la boussole.

C'EST-LA précisément le cas où l'on se trouve dans un bâtiment de mer, lorsqu'on a perdu les côtes de vue, & que les astres sont cachés par des nuages épais. Comme les vents peuvent changer à tout instant, il faut que la manœuvre change aussi pour entretenir le vaisseau dans sa

XIX. LEÇON.

route. Mais lorſqu'on ne voit ni le Ciel ni la Terre, comment ſauroit-on que l'on manœuvre à propos, ou qu'on a juſtement remédié à l'inconſtance du vent ; cette difficulté tenoit autrefois la navigation dans des bornes très-étroites, à peine oſoit-on perdre la terre de vue ; ce n'eſt, à proprement parler, que depuis l'invention de la bouſſole que l'on a entrepris des voyages de long cours, & qu'on a vu fleurir le commerce de mer en Europe.

Les Hiſtoriens ne conviennent point trop entr'eux, ni du temps, ni du lieu où cet inſtrument a pris naiſſance : le Lecteur qui ſera curieux d'apprendre ce que l'on en peut ſavoir, pourra conſulter le Spectacle de la Nature de feu M. Pluche ([a]) ; il y trouvera en même temps un détail hiſtorique des plus importantes découvertes qui ont été faites, depuis que l'aiguille aimantée a rendu les Navigateurs plus hardis. Je dirai ſeulement qu'au 12[e] ſiecle les Pilotes François s'aidoient déja de cette aiguille qui portoit alors le

(a) Tom. IV, pag. 419 & ſuiv.

nom de *Marinette*, à cauſe de l'uſage qu'on en faiſoit ſur mer ; & à l'égard du pays à qui l'on doit faire honneur de cette invention, n'eſt-ce point un préjugé en faveur de la France, qu'à toutes les roſettes de bouſſoles des différentes nations, le Nord ſoit toujours marqué par une fleur-de-Lys ?

XIX. LEÇON.

Deſcription du compas de mer.

LA BOUSSOLE ou *Compas de mer*, eſt composée de trois parties principales : ſavoir, la roſette, la ſuſpenſion, & la boîte qui contient le tout.

La *roſe* ou *roſette* eſt ordinairement un carton fin ou une feuille de talc couverte de papier, d'une figure circulaire, dont la circonférence eſt diviſée en 360 degrés, comme on le peut voir par la *figure* 20. Le diametre de la roſette eſt égal à une lame d'acier aimantée de 8 à 10 pouces de longueur, & qui eſt fixée deſſus ou deſſous : au milieu de cette lame ou aiguille, & au centre de la roſe, eſt une chape ou *capelle*, c'eſt-à-dire, un petit cône creux de métal ou d'agate qui excede le plan ſupérieur du cercle, & dans lequel eſt

XIX. LEÇON.

reçu le pivot ſur lequel la roſe doit tourner.

Quant à la ſuſpenſion, on la fait ordinairement de la maniere ſuivante.

Un hémiſphere creux de cuivre porte à ſon bord deux petits tourillons diamétralement oppoſés, par le moyen deſquels il eſt ſuſpendu, & mobile dans une zone circulaire de même métal, laquelle ſe meut elle-même ſur deux tourillons ſemblables, dont l'alignement *A A* coupe à angles droits celui des deux premiers *B*, *B* (*fig.* 21).

La boîte qui contient le tout, (*fig.* 22), eſt faite de bois, & reçoit dans deux entailles pratiquées aux bords de ſes deux côtés oppoſés *C*, *C*, les deux tourillons *A*, *A*; dans le fond de la cuvette hémiſphérique, qui eſt leſtée avec du plomb, eſt fixé un pivot très-pointu & très-dur, qui porte la roſette à la hauteur des bords de ce vaſe où ſont élevées deux pinules *D*, *D*.

On concevra aiſément, qu'au moyen d'une telle ſuſpenſion, la roſette peut s'entretenir dans une ſi-

tuation horizontale, de quelque côté que le mouvement du vaisseau fasse pencher la boîte ; & que tandis qu'on bornoye un objet par les pinules, la rosette qui tourne librement sur son pivot, obéissant à l'aiguille aimantée à laquelle elle tient, montre par le nombre de degrés interceptés entre la pinule la plus éloignée de l'œil, & l'endroit où l'aiguille se fixe, à quel point de l'horizon répond l'objet qu'on observe.

Et si la ligne qui passe par les pinules, est parallele à la quille du vaisseau, on voit par le même moyen si la route du vaisseau se maintient dans la direction qu'on veut qu'elle ait.

Boussoles portatives.

QUELQU'UN qui seroit égaré dans une forêt, pourroit s'orienter avec une boussole portative, & retrouver le lieu où il voudroit se rendre ; c'est apparemment pour de telles occasions que la mode s'est introduite de porter de petites boussoles pendues aux cordons de montres ; mais quels secours peut-on attendre de pareils colifichets, si l'on sait qu'une aiguille aimantée de deux pouces de

XIX. LEÇON.

longueur, eſt à peine capable de rendre ce ſervice à quelqu'un qui ſauroit bien la mettre en uſage ?

Bouſſoles à cadrans.

BIEN des gens portent encore de ces cadrans ſolaires garnis de bouſſoles, qu'on appelle des *Buterfields*, du nom de l'ouvrier qui les faiſoit le mieux de ſon temps : on les oriente en les poſant horizontalement ſur un endroit fixe, & en les tournant juſqu'à ce que l'aiguille aimantée s'arrête vis-à-vis le degré qui marque la déclinaiſon du lieu ([a]). Alors s'il fait du Soleil, l'index qui s'éleve ſur le plan du cadran, marque par ſon ombre à peu-près l'heure qu'il eſt ; je dis à peu-près, mais c'eſt à condition que la bouſſole ſera grande, que l'aiguille ſera bien mobile & bien aimantée, qu'il n'y aura aucun fer ni acier dans le voiſinage, & que celui qui voudra ſavoir l'heure avec cet inſtrument, ſaura bien s'en ſervir : ſans cela, il ne vaut pas la plus mauvaiſe montre.

Perfections à deſirer dans la bouſſole.

QUELQUE utile que ſoit la bouſſole en mer, elle ne l'eſt point en-

([a]) Je dirai tout à l'heure ce que c'eſt que la déclinaiſon du lieu.

core autant qu'elle pourroit l'être, si l'aiguille aimantée, qui en est la piece principale, avoit une direction constante ; si elle se dirigeoit toujours au vrai Nord, & au vrai Sud, ou bien à tout autre point de l'horizon, pourvu qu'elle ne changeât jamais. Quand une fois on auroit réglé la route du vaisseau pour faire un certain angle avec la direction de l'aiguille, il n'y auroit plus d'autre soin à prendre, que celui de conserver cet angle toujours le même, & l'on seroit assuré que la route ne seroit point changée, ou l'on sauroit au moins de quelle quantité elle l'est : mais ce qui jette beaucoup d'incertitude dans l'usage de la boussole, & ce qui oblige à ne perdre aucune occasion de se redresser par l'inspection du Ciel, c'est que cette direction de l'aimant si précieuse à la navigation, varie d'un lieu & d'un temps à l'autre ; il y a plusieurs endroits dans le monde où l'aiguille aimantée affecte de se tourner exactement vers le Nord & vers le Sud ; & il y en a une infinité d'autres où elle s'en écarte plus ou moins ;

Déclinaison de l'aiguille aimantée.

XIX. LEÇON.

cette différence entre la direction de l'aimant & la ligne méridienne du lieu dans lequel on l'obſerve, ſe nomme *declinaiſon*.

Quoique ce fût une aſſez grande incommodité dans l'uſage de la bouſſole, que d'être obligé d'apprendre la déclinaiſon de l'aimant pour chaque lieu, l'importance de cet inſtrument vaudroit bien la peine qu'on s'en aſſurât, ſi les obſervations une fois faites pouvoient ſervir de regle par la ſuite : c'étoit ſans doute dans cette vue que M. Halley avoit dreſſé en 1700 une carte générale, ſur laquelle on voit une ligne qui paſſe par tous les endroits obſervés, où l'aimant n'avoit point de déclinaiſon, & d'autres lignes qui indiquent par un chiffre de combien il déclinoit en d'autres lieux ([a]); mais il y a encore une *variation* qui dépend du temps, & qui ne ſuit aucune regle dont on ſoit sûr.

Depuis l'établiſſement des Académies dans les différents Etats, on trouve tous les ans, dans les re-

(*a*) Voyez l'Eſſai de Phyſique de Muſchenbroek in-4°, Tom. II, Planche XXVIII.

cueils des Mémoires qu'elles font imprimer, les obſervations météorologiques pour chaque année ; celles qui concernent l'aimant s'y trouvent auſſi, & l'on y peut voir qu'à Paris, depuis l'an 1666, temps auquel l'Académie des Sciences fut établie, l'aiguille aimantée, qui alors ſe dirigeoit au vrai Nord, a toujours décliné de plus en plus vers l'Oueſt ; de ſorte qu'aujourd'hui ([a]) ſa déclinaiſon eſt de 18 degrés & demi ; mais comme cette aiguille, quand on l'agite un peu, revient rarement avec préciſion au même endroit d'où elle eſt partie, & qu'il eſt difficile de voir à un demi-degré près l'endroit où elle ſe fixe en vertu du magnétiſme, il ſe paſſe ſouvent pluſieurs années avant qu'on puiſſe décider avec certitude ſur la quantité dont ſa déclinaiſon eſt augmentée. A en juger par les meilleures obſervations qu'on a pu recueillir depuis près de deux ſiecles ; & en ſuppoſant que la déclinaiſon de l'aimant ſe faſſe avec un mouvement uniforme, il ſemble qu'elle va en augmentant de

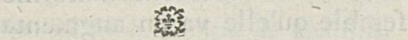
(*a*) C'eſt-à-dire dans toute l'année 1763.

XIX. LEÇON.

9 à 10 minutes par chaque année, à Paris & aſſez loin aux environs.

Suivant quelques obſervations qu'on trouve dans les Tranſactions philoſophiques de 1759, il ſemble que l'aiguille aimantée ſoit encore ſujette à une variation journaliere qui la fait décliner le matin vers le couchant de 7 à 8 minutes, & le ſoir d'autant en ſens contraire, à compter du point de ſa déclinaiſon ordinaire.

La bouſſole recevroit donc un grand degré de perfection, ſi l'on pouvoit faire enſorte que l'aimant qui anime ſa roſe, ne déclinât jamais d'un certain point de l'horizon en quelque lieu qu'on la portât; c'eſt un projet qui a été conçu par d'habiles gens, mais qui n'a point encore été exécuté; malgré les tentatives réitérées qu'on a faites ſur cela, il ne faut point déſeſpérer: le temps qui voit naître un deſſein, eſt quelquefois bien éloigné de celui où il doit être mis en exécution.



CINQUIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

Celui des poles d'un aimant ou d'un fer aimanté, qui se dirige vers le Nord, s'incline aussi vers la Terre.

L'inclinaison de l'aiguille aimantée.

VII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

E F, (*Fig.* 23) eſt une lame ou aiguille d'acier trempé, qui depuis *G* juſqu'en *F* reſſemble à peu-près à un couteau. L'autre partie *G E* eſt fendue en fourchette pour faire reſſort, & afin qu'une petite maſſe de cuivre *E* qui gliſſe deſſus, puiſſe s'arrêter où l'on veut. En *G* eſt un axe ſemblable à celui d'un fléau de balance, & par le moyen duquel la lame *E F* ſe met en équilibre ſur un ſupport qui finit en fourchette ; *H I K* eſt une portion de cercle de cuivre, qui eſt diviſée en degrés, & marquée par des chiffres de 10 en 10.

Il faut d'abord mettre l'aiguille *E F* en équilibre, en avançant ou en reculant la petite maſſe *E*, juſqu'à

XIX. LEÇON.

ce que le bout *F* réponde juſtement à zéro du quart de cercle.

Enſuite ayant ôté cette aiguille de deſſus ſon ſupport, on la touche à un bon aimant en la faiſant gliſſer de *G* en *F*, & on la remet en place.

EFFETS.

L'aiguille, après avoir touché l'aimant, ne ſe tient plus comme auparavant dans une ſituation horizontale : la partie *F G* s'incline, & fait avec l'horizon un angle que l'on peut aiſément meſurer par l'arc intercepté entre le degré auquel elle aboutit, & le zéro d'où elle eſt deſcendue.

OBSERVATIONS.

L'opinion commune, & qui paroît fondée ſur des relations aſſez ſûres [a], eſt que cette inclinaiſon de l'aimant augmente à meſure qu'on s'avance davantage dans les pays Septentrionaux : on pourroit donc eſpérer quelques éclairciſſements ſur la cauſe phyſique du magnétiſme, ſi l'on avoit des aiguilles d'inclinaiſon qui fuſſent comparables entr'elles,

(a) *Voyez Mém. de l'Acad. R. des Sc. an.* 1754. *p.* 94. & *ſ.*

les, c'eſt-à-dire, que dans un lieu donné, elles fiſſent conſtamment le même angle avec l'horizon, afin qu'étant portées en différents lieux de la terre, on pût légitimement attribuer à la cauſe du magnétiſme, les variations qu'on remarqueroit à leur inclinaiſon. D'ailleurs ces ſortes d'inſtruments ſeroient encore fort utiles dans la navigation, & ſi l'on étoit certain, qu'en s'inclinant d'une certaine quantité, ils indiquaſſent tel ou tel climat, telle ou telle latitude. Mais l'expérience apprend que le plus ou le moins d'inclinaiſon dépend beaucoup de la longueur de l'aiguille, de la qualité du fer ou de l'acier dont elle eſt faite, de la façon dont elle eſt taillée, & encore plus de la force de l'aimant auquel on l'a touchée; de ſorte qu'il eſt peut-être auſſi difficile de conſtruire une aiguille d'inclinaiſon dont les effets ſoient conſtants & réglés, que d'avoir une bouſſole dont la direction ne varie point.

Difficulté de conſtruire des aiguilles d'inclinaiſon qui ſoient comparables entr'elles.

DANS les voyages de long cours, les Pilotes ſont quelquefois obligés de charger avec de la cire ou autre-

Remedes contre l'inclinaiſon des aiguilles.

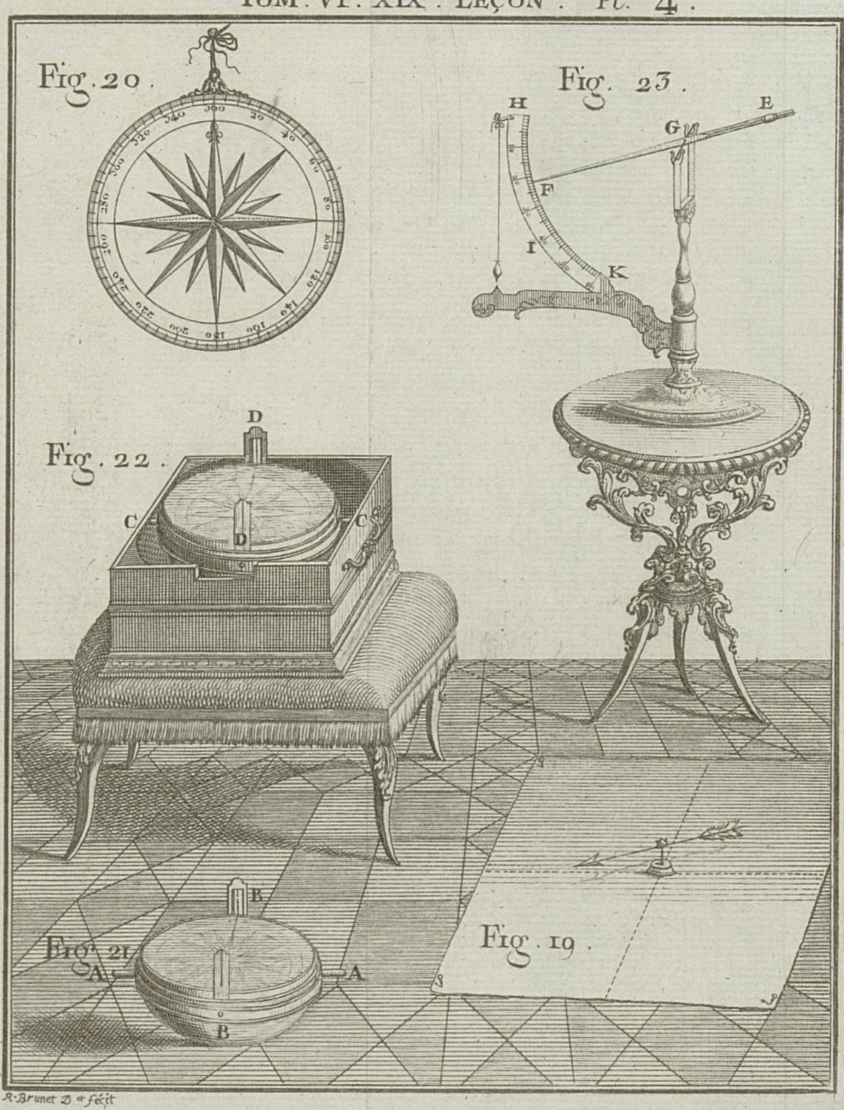
XIX. LEÇON.

ment la partie méridionale de leur rose pour la rappeller dans une situation horizontale ; parce qu'en avançant vers le Nord l'autre bout de l'aiguille s'incline sensiblement, ce qui gêne son mouvement.

Lorsqu'on prépare les aiguilles de boussoles, & qu'on les a mises en équilibre sur leurs pivots; dès qu'on les a touchées à l'aimant, & qu'on les remet en place, on s'apperçoit bientôt que le bout qui se dirige au Nord, s'incline comme s'il étoit devenu plus pesant que l'autre; & l'on est presque toujours obligé d'en couper une petite portion pour faire renaître l'équilibre.

Il est à présumer que cette inclinaison n'a pas lieu à l'équateur, ni dans les lieux circonvoisins ; & qu'elle se fait en sens contraire dans les climats méridionaux : c'est aux relations bien fideles à nous apprendre au juste ce qui en est.

Voilà les principales propriétés de l'aimant, & les phénomenes les plus intéressants de ceux qui peuvent s'y rapporter; j'omets ici certains détails de pratique qui n'in-


Fig. 20 .
Fig. 23 .
H
E
G
F
I
K
Fig. 22 .
D
C
C
D
B
Fig. 21
A
A
B
Fig. 19 .
R. Brunet D. et fecit

téressent peut-être pas le plus grand nombre de mes Lecteurs, mais qui doivent être recherchés comme des instructions fort utiles, par tous ceux qui auront à travailler sur cette matiere : feu M. Muschenbroek qui a travaillé sur l'aimant plus qu'aucun Auteur que je connoisse, a fait imprimer une dissertation fort longue (a), dans laquelle on trouvera abondamment de quoi se satisfaire.

REFLEXIONS

Sur les Causes du Magnétisme.

QUOIQUE les Savants aient embrassé diverses opinions sur les causes du magnétisme, & qu'ils aient suivi différentes routes pour en expliquer les phénoménes, ils se sont toujours réunis en un point qui est comme la base de leurs systêmes ; il

(*a*) Cette dissertation fait la plus grande partie d'un Ouvrage in-4°, imprimé en 1729 sous ce titre : *De magnete, tuborumque capillarium, &c. Dissertationes.*

XIX. LEÇON.

n'en eſt preſque point parmi eux qui n'admette autour de chaque aimant naturel ou artificiel, un fluide ſubtil & inviſible, qui circule d'un pole à l'autre, & auquel on a donné le nom de *matiere magnétique*. Cette ſuppoſition eſt tout-à-fait vraiſemblable, & l'on ne peut gueres s'y refuſer quand on voit l'expérience qui ſuit.

Matiere magnétique; preuve de ſon exiſtence.

VIII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

On poſe un aimant ſur un carton liſſe, ou ſur un grand carreau de vitre bien eſſuié; on le poſe de maniere que la ligne qui joint ſes poles ſoit parallele au plan ſur lequel il eſt poſé. Avec un poudrier d'écritoire, ou avec quelque choſe d'équivalent, on tamiſe d'un peu haut de la limaille de fer, & l'on frappe quelques coups avec la main ſur la table où le carton eſt placé.

EFFETS.

La limaille s'arrange en pluſieurs demi-cercles, ou demi-ovales, qui

aboutiſſent de part & d'autre aux deux poles de l'aimant, comme on le peut voir par la *Figure* 24.

REFLEXIONS.

Il eſt naturel de penſer, comme on l'a fait, que la limaille s'arrange ainſi, parce que chaque parcelle de fer eſt enfilée par une matiere fluide, qui vient d'un pole de l'aimant pour rentrer par l'autre; car cette limaille ne s'arrange jamais ainſi qu'en préſence d'un aimant, & l'on ne peut pas dire que l'aimant opere cet arrangement par lui-même & immédiatement, puiſque cela ſe fait hors de lui & à une certaine diſtance.

Qualités de la matiere magnétique.

CETTE matiere, quelle qu'elle ſoit, eſt ſans doute très-ſubtile, puiſqu'elle agit au travers de tous les corps, comme on l'a vu ci-deſſus. Son mouvement doit être extrêmement rapide, & ſa détermination bien conſtante, puiſque les effets qui en réſultent ſe font en un inſtant, & que la flamme même n'eſt pas capable d'y faire obſtacle : nous devons croire auſſi qu'elle eſt toujours préſente autour de chaque aimant,

XIX. LEÇON.

en tout temps & en tout lieu, puisque son action se manifeste en toutes circonstances.

La matiére magnétique, dont presque personne ne conteste l'existence, est donc reconnue pour la cause prochaine des effets de l'aimant; c'est-là, comme je l'ai déja dit, le point de réunion pour tous les Physiciens; mais quelle est la nature de cette matiere, d'où vient-elle, comment agit-elle, & pourquoi son action se borne-t-elle au fer & à l'aimant? voilà ce qui partage les esprits, & ce qu'il est très-difficile de bien décider.

Opinions des Physiciens sur l'action de cette matiere dans les phénomenes de l'Aimant.

DESCARTES, & après lui la plupart de ceux qui ont travaillé sur cette matiere, ont pensé que le globe terrestre est en grand ce qu'une pierre d'aimant est en petit; que d'un pole du monde à l'autre, il se fait une circulation continuelle de ce fluide subtil à qui l'on attribue tout ce qu'on observe de merveilleux dans le magnétisme: que le fer & l'aimant étant apparemment les seuls corps disposés à recevoir intérieurement cette matiere, elle

les dirige ſelon ſon courant par-tout où elles les rencontre, & que ne trouvant nulle part ailleurs un accès auſſi libre, elle y rentre après en être ſortie, & qu'elle forme autour d'eux un tourbillon qui a plus ou moins d'étendue & de force, ſelon les diſpoſitions plus ou moins favorables de ces deux corps.

Par ce mouvement qu'on attribue à la matiere magnétique d'un pole à l'autre de la terre, on prétend rendre raiſon de la direction de l'aimant; & en effet cette hypothèſe une fois admiſe, il ſemble d'abord qu'on apperçoive aſſez clairement pourquoi une aiguille aimantée ſe dirige au Nord en la conſidérant comme un aſſemblage de petits canaux, qu'un fluide pénétre & aligne ſelon le courant: mais ſi l'on y réfléchit un peu, & que l'on en juge par comparaiſon avec les effets du même genre qui nous ſont plus connus, on voit bientôt que cette explication ſouffre de grandes difficultés.

Difficultés contre ces opinions.

Qu'arriveroit-il, par exemple, ſi je plaçois dans la riviere une piece de bois ſuſpendue en équilibre par

XIX. LEÇON.

le milieu de sa longueur ? Si cette piece de bois étoit percée d'un bout à l'autre, & quelle se trouvât d'abord alignée selon le fil de l'eau, je conçois bien qu'elle pourroit garder cette direction, à la faveur du fluide qui l'enfileroit ; mais si je la plaçois en travers du courant, & que le centre de son mouvement fût à égales distances de ses deux bouts, je ne vois pas qu'elle dût changer de position sans quelqu'accident ; car le courant ne l'enfileroit plus, puisque par supposition ce tuyau feroit des angles droits avec le fil de la riviere.

Supposons maintenant que cette piece de bois ne soit point percée, qu'elle soit impénétrable à l'eau, il est certain que si sa longueur se trouve parallele à la direction du courant, l'eau qui coule de toutes parts le long de sa surface, lui fera constamment garder cette position, ou qu'elle la lui fera prendre même dans tous les cas, excepté celui où la piece de bois, posée en travers de la riviere, recevroit de part & d'autre du centre de son mouvement des impulsions égales de la part du courant.

Conséquemment

Conſéquemment à ces principes, qui ſont inconteſtables, ſi l'aiguille aimantée ſe dirige du Nord au Sud, parce qu'un torrent de matiere l'enfile ſuivant cette direction, il ſemble qu'en la plaçant de maniere que ſes pointes regardaſſent l'Eſt ou l'Oueſt, on devroit la mettre hors d'état de s'aligner ſuivant la direction naturelle de la matiere magnétique, comme le tuyau qu'on placeroit en travers de la riviere, y demeureroit en équilibre, n'étant plus enfilé par le courant. Cependant on ſait que cela n'arrive jamais; l'aimant ſe dirige conſtamment vers le Nord & vers le Sud, quelque poſition qu'on affecte de lui faire prendre.

Il ſuit encore de notre comparaiſon que la matiere qui va d'un pole à l'autre de la terre, devroit diriger une aiguille de cuivre ou d'argent, de même qu'elle dirige celle de fer & d'acier; car ſi ſon action ſe fait ſentir ſur ce dernier métal, parce qu'elle le pénétre facilement, comme on le dit, il ſemble qu'elle devroit auſſi mouvoir les autres, parce qu'elle ne les pénetre

XIX. Leçon.

pas de même; eſt-il néceſſaire que le vent pénétre dans l'intérieur d'une girouette pour la faire tourner, & la contenir dans la direction qu'il a? ne ſuffit-il pas qu'il ſe coule le long d'elle de part & d'autre? en un mot, ſi la matiere magnétique n'enfile que du fer aimanté, l'aiguille de cuivre paroît être dans le cas de notre piece de bois qui ne ſeroit point percée, & qui n'en ſeroit pas moins capable de ſe diriger ſuivant le fil de l'eau.

Une autre difficulté qui ſe préſente, c'eſt que l'aimant ne ſe dirige point toujours au vrai Nord & au vrai Sud; la matiere magnétique ne va donc pas conſtamment d'un pole du monde à l'autre? Pour rendre raiſon de cette eſpece d'irrégularité, il en coûteroit peu d'accorder à cette matiere des poles un peu différents de ceux de notre globe. Mais cette déclinaiſon, comme l'on ſait, varie pour les temps & pour les lieux; l'hypothèſe ne peut donc ſubſiſter qu'en perdant beaucoup de ſa premiere ſimplicité, & de ſon mérite par conſéquent.

Selon M. Halley, cette terre que

nous habitons n'eſt qu'une croûte qui enveloppe un gros aimant, qui en eſt comme le noyau : ce ſavant prétendoit de plus que cet aimant a une révolution particuliere ſur lui-même, par laquelle ſes poles s'éloignent peu-à-peu de ceux du globe extérieur : c'eſt pour cette raiſon, diſoit-il, que les petits aimants, & les aiguilles de bouſſoles déclinent de plus en plus du Nord à l'Oueſt, parce que le torrent qui les dirige a deux termes qui changent continuellement de poſition. C'eſt dommage que cette ingénieuſe penſée manque de preuve, & qu'on ne puiſſe la concilier avec les obſervations, ſans la charger encore de quelques ſuppoſitions ; car comme la variation de la déclinaiſon n'eſt point uniforme, qu'elle eſt plus grande dans un temps, ou dans un pays que dans un autre, on eſt obligé d'attribuer au noyau d'aimant un mouvement irrégulier pour ſatisfaire à toutes ces variétés.

C'eſt encore par cette matiere émanée de la terre ou de ſon noyau d'aimant, qu'on cherche à expliquer

XIX. LEÇON.

l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée : ſi l'on jette les yeux ſur la *Figure* 25, on voit que l'aiguille *b*, en s'alignant ſuivant la direction du fluide qui environne l'aimant *N S*, incline auſſi une de ſes extrémités, & que cette inclinaiſon eſt d'autant plus grande que l'aiguille ſe trouve placée plus près du pole *N*.

Si les deux parties oppoſées de la terre qui ſervent de poles à la matiere magnétique, n'étoient que de très-petits eſpaces, il eſt certain qu'il faudroit en approcher de fort près pour appercevoir l'inclinaiſon de l'aimant; par-tout ailleurs le fluide magnétique auroit un mouvement parallele à la ſurface du globe, & l'aiguille qu'il enfileroit, paroîtroit toujours dans un plan horizontal; mais il faut croire que cette émanation de matiere occupe une très-grande partie de chaque hémiſphere terreſtre, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 25; de ſorte que ſon courant eſt preſque toujours incliné juſqu'aux environs de l'équateur.

Outre cette circulation d'un pole à l'autre qu'on attribue à la matiere

magnétique, & qu'on regarde comme la cauſe principale de la direction & de l'inclinaiſon de l'aimant, il ſemble qu'on doive encore ſuppoſer qu'elle ſe meut, ou qu'elle agit auſſi dans une direction perpendiculaire à la ſurface de la terre, en quelque lieu que ce ſoit. Sans cette ſuppoſition, il eſt aſſez difficile de rendre raiſon du fait que l'on va voir, & de ſes circonſtances.

IX. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Sur un petit guéridon de bois, élevé à une hauteur commode, on place une aiguille aimantée très-mobile ſur ſon pivot, comme on le voit par la *Figure* 26. On prend enſuite une verge de fer, ronde ou quarrée de 7 à 8 lignes de diametre, & de deux ou trois pieds de longueur : on la tient dans une ſituation perpendiculaire à l'horizon ou à peu-près, & l'on préſente d'abord le bout d'en-bas, & enſuite le bout d'en-haut à l'aiguille.

XIX. LEÇON.

EFFETS.

On remarque aſſez conſtamment que le bout de la verge de fer qui eſt le plus élevé, attire, & au contraire que celui qui eſt le plus abaiſſé, repouſſe la partie de l'aiguille qui ſe dirige au Nord; & que chacun des bouts de la verge de fer a des effets tout différents, s'il eſt préſenté à l'autre partie de l'aiguille qui a coutume de ſe diriger au Sud.

REFLEXIONS.

Une barre de fer devient donc tout d'un coup, & par la ſeule poſition verticale, un aimant qui a des poles, puiſque par ſes deux extrémités, elle exerce ſur l'aiguille aimantée la même répulſion & la même attraction que nous avons remarquées ci-deſſus entre deux aimants. Je dis, par la ſeule poſition; car on n'y voit pas d'autre cauſe, quand on s'y prend doucement, pour élever & abaiſſer, ſans ſecouſſes, la barre de fer, lorſqu'on veut préſenter ſucceſſivement & de ſuite ſes deux extrémités au même bout de l'aiguille. Le fait eſt

même ſi marqué, qu'il n'eſt pas néceſſaire abſolument que la verge de fer ſoit dans une ſituation tout-à-fait verticale; quand elle ne ſeroit qu'inclinée, pourvu qu'elle ait une de ſes extrémités plus élevée que l'autre, cela ſuffit pour produire les effets dont je viens de faire mention.

Le tourbillon de matiere magnétique, que tout le monde admet autour de l'aimant, ſert à rendre raiſon des autres effets, c'eſt-à-dire, de l'attraction & de la communication.

L'aimant, dit-on, attire le fer quand il en eſt à une diſtance convenable, c'eſt-à-dire, quand le fer eſt plongé dans cette matiere qui circule de l'un à l'autre de ſes poles: parce qu'alors l'effort que fait ce fluide pour rentrer dans la pierre, s'exerce contre le fer qui le touche, & le porte contre le corps qui eſt comme le centre de ſa circulation.

Il eſt vrai qu'on eſt comme forcé d'admettre cette cauſe en général, parce qu'on n'en apperçoit point d'autre; mais quand on la compare avec ſes effets, l'eſprit ſe révolte, &

XIX. LEÇON.

ne conçoit qu'avec bien de la peine qu'il puiſſe venir tant de merveilles d'une ſource ſi peu féconde en apparence. Nous n'avons aucun exemple connu dans la nature qui nous amene à croire qu'un fluide ſi ſubtile, qui ſe fait ſi peu ſentir d'ailleurs, puiſſe produire une adhérence de 60 ou 80 livres entre deux corps qu'il pénétre, dit-on, avec une extrême facilité : ſi la matiere magnétique traverſe l'aimant & le fer avec autant d'aiſance, que le prétendent preſque tous les Phyſiciens, pourquoi les attache-t-elle ſi fortement l'un à l'autre, tandis qu'elle ne fait rien de ſemblable à l'égard du bois, du carton, du cuivre, du verre, &c, qu'elle pénétre auſſi comme on l'a vu précédemment. Le fer & l'aimant ſeroient-ils donc, contre l'opinion commune, les ſeuls corps impénétrables à la matiere magnétique, comme un grand Phyſicien de nos jours ([a]) a été tenté de le croire ? ou bien y a-t-il dans ces deux minéraux une diſpoſition

([a]) M. de Réaumur, *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1730, *p.* 145.

particuliere qui faſſe valoir l'action de ce fluide? XIX. LEÇON.

Cette derniere conjecture paroît aſſez plauſible, ſur-tout quand on ſait qu'une pierre d'aimant perd quelquefois une grande partie de ſa vertu en tombant par terre, en ſe heurtant rudement, ou quand on l'expoſe à une chaleur violente: ſon affoibliſſement alors ne peut gueres s'attribuer qu'à un changement d'ordre dans ſes parties, & à la diſpoſition nouvelle & déſavantageuſe que le choc ou le feu leur a fait prendre. Deux expériences & quelques obſervations que je vais rapporter, feront connoître évidemment que cette diſpoſition intérieure de l'aimant, ſe trouve auſſi dans le fer aimanté, qu'on l'y peut faire naître, ou l'y augmenter quand on le veut.

X. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut prendre un gros fil-de-fer, comme de deux ou trois lignes de diamettre, & de 12 à 15 pouces de longueur, le pincer dans un gros

étau de Serrurier, ou le passer dans un trou que l'on aura fait dans une piece de fer un peu épaisse, pour le plier & replier à plusieurs fois, & en sens contraires d'un bout à l'autre, & enfin le casser à l'endroit où l'on finit cette opération.

EFFETS.

Si l'on présente le bout où le fil a été cassé, à la limaille de fer, il l'attire, & s'en charge comme pourroit faire une lame de couteau qui auroit été foiblement aimantée.

XI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Tenez d'une main la verge de fer que nous avons employée pour la IXe Expérience, dans une situation verticale : frappez dessus d'un bout à l'autre légérement avec un marteau de fer, & attendez que le son & le frémissement des parties soient cessés. Voyez la *Figure* 27.

EFFETS.

1°, Si vous tenez ensuite cette

verge de fer dans une ſituation horizontale, & que vous préſentiez à une aiguille aimantée, le bout *A* qui étoit le plus élevé, quand vous avez donné les coups de marteau, vous attirerez la partie de l'aiguille qui ſe dirige vers le Nord; le bout opposé *B* fera un effet tout contraire.

XIX. LEÇON.

2°, Lorſqu'on recommence l'expérience, en tenant en haut le bout *B*, pendant qu'on frappe ou qu'on ſecoue rudement la verge de fer, ce même bout attire enſuite la partie de l'aiguille qu'il repouſſoit auparavant.

Ainſi l'on peut changer autant de fois qu'on le juge à propos, les propriétés de ces deux bouts *A* & *B*, en tenant en bas ou en haut, tandis que l'on bat la verge de fer, celui des deux que l'on veut qui attire ou repouſſe.

Reflexions.

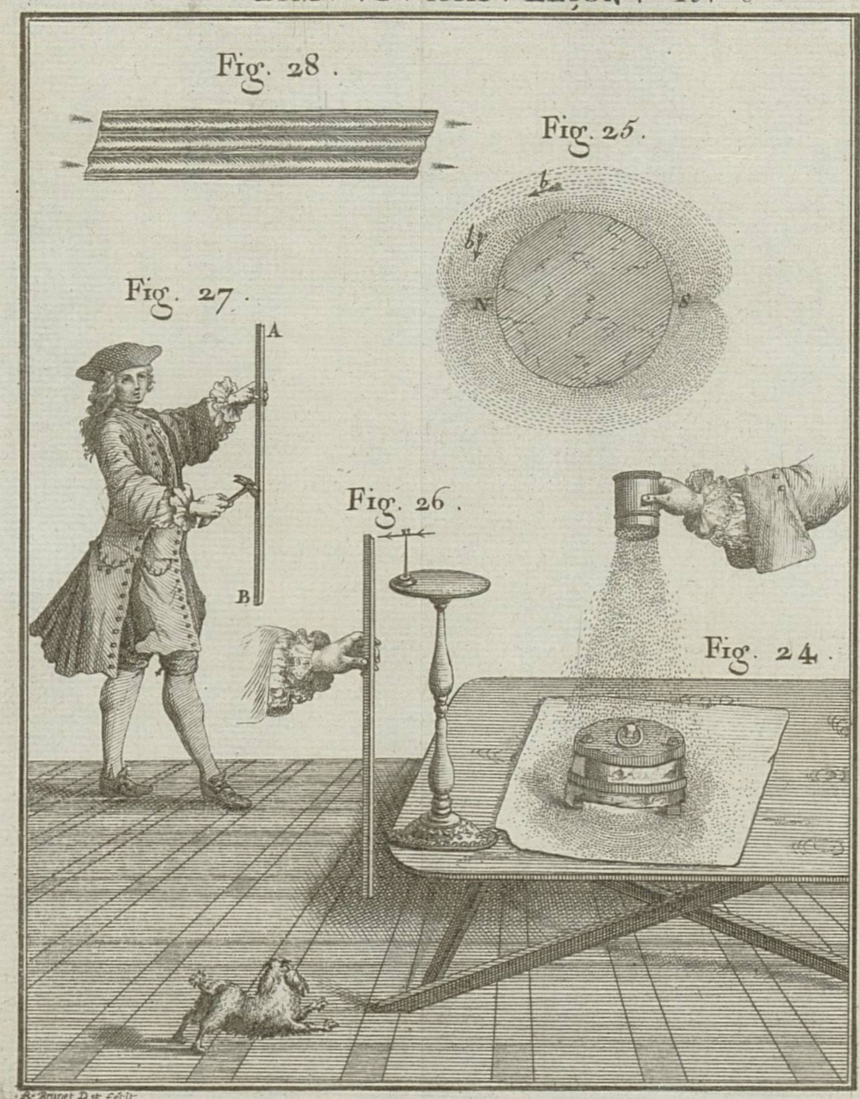
Ces deux dernieres expériences prouvent aſſez bien que l'agitation & les ſecouſſes changent quelque choſe à la conſtitution intérieure du fer, & que ce changement, quel qu'il ſoit, fait prendre au métal la

XIX. LEÇON.

qualité de l'aimant : si l'on savoit en quoi consiste cette conversion ; & ce qui constitue ce nouvel état qu'on fait prendre au fer, on toucheroit sans doute d'assez près à la premiere cause du magnétisme ; mais les signes extérieurs qui constatent le fait, ne nous apprennent point comment il est produit, nous n'avons sur cela que des conjectures ; voici celles qui m'ont paru les plus raisonnables.

Opinion de M. Dufay.

M. DUFAY, d'après Descartes ; dont il a beaucoup simplifié les idées, croyoit que les pores du fer sont de petits canaux revêtus intérieurement de filaments très-déliés & mobiles, sur celle de leurs extrémités qui est adhérente ; de sorte qu'à la moindre secousse, au moindre choc, tous ces petits poils se renversent & se couchent, comme on le peut voir par la *Figure* 28. Cette disposition rend les pores d'un accès facile par un côté seulement ; & quand la matiere magnétique se présente par la partie opposée, elle ne peut y passer, à moins qu'elle ne soit assez abondante & assez forte, pour re-


Fig. 28.
Fig. 25.
b
b
N
S
Fig. 27.
A
B
Fig. 26.
Fig. 24.
R. Brunet Del et fecit

tourner les petits poils métalliques qui lui présentent leurs pointes. Voilà pourquoi, disoit-il, une verge de fer secouée perpendiculairement, devient un aimant dont le pole d'entrée est en haut, & le pole de sortie en bas: & quand une pierre d'aimant communique sa vertu à une aiguille ou à un couteau, c'est que le torrent de matiere magnétique qui en sort, couche d'un même côté tous les poils dont les pores sont revêtus, & met cette lame en état d'être continuellement pénétrée comme une pierre d'aimant, par la circulation d'une semblable matiere. Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730, *pag.* 142 & *suiv.* où M. Dufay applique ce systême à tous les phénoménes de l'aimant.

M. DE REAUMUR considérant le fer comme un aimant imparfait, croyoit que ce métal renferme une infinité de petits tourbillons de matiere magnétique, à qui il ne manque que de se joindre ensemble pour réunir leurs forces; la secousse, les coups de marteau, les plis & les

XIX. LEÇON.

replis que l'on fait au fer, sont, selon lui, autant de moyens qui dégagent, pour ainsi dire, la matiere magnétique, & qui l'aident à prendre un courant réglé d'un bout à l'autre d'une lame, ou d'une barre de fer : ce que les coups réitérés & ménagés avec dessein, peuvent opérer foiblement, un torrent de matiere bien puissant, tel qu'il se trouve au pole d'un aimant naturel, le fait bien plus sûrement. Voilà le fond du systême ; on en peut voir les applications plus détaillées dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730, *pag.* 145 & *suiv.*

Soit qu'on adopte l'une ou l'autre de ces deux opinions, on peut expliquer assez heureusement certains faits qui ont mérité l'attention des Savants.

La croix du clocher d'Aix & celle du clocher de Chartres, sont devenues fameuses, parce que leurs tiges, après avoir été descendues, se sont trouvées naturellement aimantées, ayant des poles bien marqués à leurs extrémités.

Tous les outils d'acier dont les Ouvriers ſe ſervent pour couper & percer le fer à froid, comme les ciſelets, les poinçons, les forets, &c. enlevent auſſi la limaille de fer par leurs pointes ou tranchants.

XIX. LEÇON.

Les pelles, les pincettes & autres inſtruments de fer, que l'on a coutume de tenir de bout, & que l'on met toujours aſſez rudement dans cette ſituation, donnent très-ſouvent des ſignes de magnétiſme; & l'on prétend que la foudre a quelquefois fait prendre au fer la vertu de l'aimant, comme il eſt arrivé auſſi qu'elle l'a fait perdre aux aiguilles de bouſſoles.

C'eſt que par ſucceſſion de temps, & par des ſecouſſes violentes, les filaments intérieurs du fer ſe ſont couchés tous du même ſens, & que par cette diſpoſition uniforme des parties, les pores du métal laiſſent un paſſage plus libre & plus réglé à la matiere magnétique; ou bien par les mêmes cauſes, les petits tourbillons particuliers de cette matiere ſe réuniſſent dans l'intérieur du fer, & acquierent une communication avec

celle du dehors, ce qui fait que la circulation devient libre.

XIX. Leçon.

A propos des outils qui s'aimantent en coupant du fer, M. de Réaumur a ſoupçonné avec beaucoup de vraiſemblance que cette vertu leur vient plutôt en coupant du fer, qu'en coupant toute autre matiere (fût-elle auſſi dure). Une des raiſons qu'il en donne, c'eſt qu'il y a tout lieu de croire que ce métal eſt continuellement environné d'une atmoſphere de matiere magnétique d'autant plus forte que le morceau de fer eſt plus gros.

Cette conjecture eſt appuyée ſur une belle expérience qui mérite d'être rapportée. Le fait eſt qu'un aimant naturel ou artificiel enleve une plus grande quantité de fer, lorſque ce fer eſt poſé ſur une enclume, que s'il étoit poſé ſur du bois ou ſur de la pierre; & ſi l'enclume qui ſert de ſupport eſt plus groſſe, l'aimant en paroît plus puiſſant, comme ſi le tourbillon de matiere magnétique, d'où dépend l'attraction, devenoit plus abondant par le voiſinage d'une groſſe maſſe de fer.

Je

Je termine ici ce que j'avois à dire au sujet de l'aimant : ceux de mes Lecteurs qui s'intéresseront particuliérement à cette matiere, & qui desireront d'en savoir davantage, pourront lire les Ouvrages que j'ai cités dans le cours de cette Leçon, & y joindre la lecture de ceux-ci : Pieces qui ont remporté les prix de l'Académie Royale des Sciences en 1743 & 1746, sur la meilleure maniere de construire les boussoles d'inclinaison, & sur l'attraction de l'aimant avec le fer.





XX. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

XX. LEÇON.

ON DIT que l'art est le singe de la nature, parce qu'ordinairement son plus grand mérite est de la bien imiter. Mais par rapport aux phénoménes électriques, on peut dire qu'il a travaillé sans modele, & qu'il nous a dévoilé des secrets, dont probablement nous n'aurions jamais eu connoissance sans lui. En 1749 [a] j'osai dire que le tonnerre & les éclairs qui font partie de ce formidable météore, n'étoient qu'une grande Electricité, semblable par son essence à celle que nous excitons dans nos laboratoires en frottant certaines substances : ma conjecture que j'avois rendu plausible par des ob-

(*a*) Voyez mes Leçons de Physique, T. IV, pag. 314 & suiv.

servations assez concluantes, se vérifia trois ans après [a] : des expériences décisives montrerent l'identité que j'avois annoncée ; & l'on apprit de plus qu'en certains temps, il regne dans une portion considérable de notre atmosphere une cause qui produit tous les mêmes effets que nous connoissons depuis 30 ou 40 ans sous le nom de *phénomenes électriques.*

Deux sortes d'Electricités; naturelle & artificielle.

NOUS devons donc distinguer maintenant deux sortes d'Electricités, différentes seulement par leur origine ou maniere de naître, & par la grandeur de leurs effets. Appellons *Electricité naturelle*, celle qui s'excite comme d'elle-même, & sans notre participation dant l'atmosphere terrestre, par des causes jusqu'ici inconnues [b]. Nommons *Electricité ar-*

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1752, *p.* 233. *& suiv.*

(*b*) J'imagine que l'Electricité peut s'exciter dans notre atmosphere par le frottement de deux courants d'air qui glissent l'un sur l'autre, avec des directions opposées, ce qui arrive ordinairement dans les temps orageux ; & que cette vertu se communiquant aux nuages, les met en état d'étinceler & de fulminer contre

XX. LEÇON.

tificielle, celle que nous produiſons à volonté par le frottement de certains corps, ou par quelque préparation particuliere, que le hazard, l'étude & l'expérience nous ont fait connoître. Ce ſera principalement la derniere qui fera le ſujet de notre Leçon : je ne parlerai de l'autre que par occaſion, & quand j'y ſerai invité par des phénomenes qui pourront y avoir quelque rapport.

Quoique certains effets, que nous reconnoiſſons aujourd'hui pour appartenir à l'Electricité, aient été connus des Anciens, & qu'on en trouve quelques traces dans leurs écrits, ce qu'ils ont ſu de cette ſinguliere propriété des corps, ce qu'ils en ont dit, ſe réduit à ſi peu de choſes, qu'on doit regarder les découvertes qu'on a faites dans cette partie de la Phyſique, comme l'ouvrage de nos jours : ce furent principalement les expériences de M. Gray, publiées en Angleterre, répétées & augmentées par M. Dufay, qui fixerent l'atten-

les objets terreſtres quand ils en ſont à une certaine proximité ; mais ceci n'eſt qu'une pure conjecture que je hazarde par occaſion.

tion des Physiciens sur cette nouvelle source de merveilles, & qui firent de l'Electricité un sujet tellement à la mode, que tout le monde jusqu'au peuple, voulut s'en instruire & s'en amuser.

Comme j'ai traité un grand nombre de questions concernant l'Electricité, dans plusieurs Ouvrages [a] qui ont paru en différents temps, je me dispenserai d'entrer ici dans des détails, & dans des discussions qui étendroient ces deux dernieres Leçons au-delà des bornes ordinaires : je n'y ferai entrer que ce que le sujet nous offre de plus intéressant & de plus certain ; mais je m'appliquerai particuliérement à faire connoître les rapports que les phénoménes ont entr'eux, ce qu'ils ont de commun, ce qui les distingue les uns des autres ; & je me flatte de faire voir

(*a*) Essai sur l'Electricité des Corps, imprimé en 1746, réimprimé en 1754 & 1764. Recherches sur les Causes particulieres des Phénomenes Electrqiues, 1749. Lettres sur l'Electricité, premier Tome, en 1753 ; second Tome, en 1760. Plusieurs Mémoires dans les Volumes de l'Académie des Sciences, depuis 1745 jusqu'à présent.

XX. LEÇON.

par cette méthode, que la multiplicité de faits que bien des gens se plaisent à étaler comme autant d'objets essentiellement différents, & par laquelle il semble qu'on cherche à effrayer ceux qui s'appliquent à la recherche des causes, n'est très-souvent qu'une vaine apparence, produite par un appareil imposant, ou par quelque manipulation affectée.

Je divise mon sujet en trois Sections.

Dans la premiere, je parlerai de la nature de la vertu électrique, des moyens de la faire naître, & des signes par lesquels elle se manifeste.

Dans la seconde, j'exposerai par ordre ce que l'observation & l'expérience ont fait connoître de plus

Nota Sur la nature, la qualité, les dimensions des instruments, lorsque je ne m'expliquerai pas d'une maniere assez détaillée, on pourra consulter la premiere Partie de mon Essai sur l'Electricité des Corps. C'est un petit Ouvrage que l'on peut se procurer aisément; j'éviterai par-là des descriptions qui tiendroient bien de la place, & qui seroient superflues pour le plus grand nombre de mes Lecteurs, n'y ayant presque personne aujourd'hui qui ne sache comment se font ces sortes d'expériences.

certain, & de plus propre à nous éclairer ſur la cauſe générale & commune des phénoménes électriques.

XX. LEÇON.

Dans la troiſieme je ferai voir par un eſſai, qu'il eſt poſſible de rendre raiſon de tous les phénoménes de l'Electricité, en les rapportant à un premier fait bien prouvé, & bien conſtaté dans les deux Sections précédentes.

I. SECTION.

Sur la nature de la vertu électrique; ſur les moyens de la faire naître; & ſur les ſignes par leſquels elle ſe manifeſte.

ARTICLE PREMIER.

Sur la nature de la Vertu Electrique.

L'Electricité, tant naturelle qu'artificielle, eſt l'effet d'une cauſe vraiment méchanique.

IL N'EST plus temps de regarder l'Electricité comme une vertu abſtraite, comme un être métaphyſique; les Phyſiciens mêmes qui ont un penchant & un goût déterminé

XX. LEÇON.

pour ces causes secretes, qui affectent encore de désigner celle des phénomenes électriques par les expressions vagues & déterminées de *pouvoirs* & de *puissances*, sont obligés de convenir qu'il y a ici un véritable méchanisme : leur conviction se décele par les efforts qu'ils font pour nous le dévoiler, & par la confiance avec laquelle ils nous assurent qu'ils l'ont apperçu. Ainsi quand on dit maintenant qu'un corps électrisé attire & repousse d'autres corps, on convient unanimement que ces mots n'expriment que des apparences ; que les effets dont il s'agit, n'ont point pour cause efficiente & immédiate, la matiere propre du corps autour duquel on les apperçoit ; comme si ce corps, par une vertu intrinseque, agissoit hors de lui-même ; mais qu'ils sont produits par un autre agent, vraiment physique, dont l'action se détermine & se modifie suivant l'état actuel du corps qu'on électrise.

Ce que nous savons sur ce sujet, peut se réduire à un petit nombre de propositions que l'expérience & l'observation nous ont dictées ; l'une

&

& l'autre ſeront mes garants dans l'expoſé que j'en vais faire.

PREMIERE PROPOSITION.

L'Electricité eſt l'effet d'une matiere en mouvement, autour ou au-dedans du corps qu'on nomme électriſé.

I. Experience.

Preparation.

Frottez un tube de verre ſuivant ſa longueur avec la main nue, pourvu qu'elle ſoit ſeche, ou avec un morceau de papier gris que vous tiendrez appliqué ſur le verre; & faites-le paſſer bruſquement à une petite diſtance de votre viſage.

Effets.

1°, Vous ſentirez des attouchements ſemblables à ceux des fils d'araignée que l'on rencontre flotants en l'air

2°, En faiſant gliſſer votre main, ſelon la longueur de ce tube, & fort près de lui, ſans le toucher, vous entendrez un pétillement aſſez

semblable au bruit que fait un peigne fin, sur les dents duquel vous traînez le bout du doigt.

II. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Suspendez avec des cordons de soie une barre de fer ou un tuyau de fer blanc, qui aboutisse de fort près par l'une de ses extrémités à un globe de verre ([a]) : faites frotter l'équateur de ce globe sur la main de quelqu'un ou sur un coussinet, en le faisant tourner rapidement sur ses deux poles, par quelque moyen que ce soit.

EFFETS.

1°, Si vous faites passer le revers de votre main *A* & *B* (*Fig.* 1) le long de cette barre ou de ce tuyau de fer, à une petite distance de sa surface, tandis qu'on continue de frotter le globe,

(*a*) Tous les corps qu'on électrise ainsi, se nomment *Conducteurs*; & c'est la même chose qu'ils aboutissent eux-mêmes au globe de verre, ou qu'on les y fasse communiquer par une chaîne de métal, ou par tout autre corps électrisable par communication.

vous ſentirez ſur la peau une légere impreſſion, à peu-près ſemblable à celle que pourroit faire de la laine détirée, ou du coton bien cardé.

XX. LEÇON.

2°, Si vous approchez le bout du doigt *C* de cette même barre à une diſtance de 5 à 6 lignes, vous éprouverez une piquûre très-ſenſible.

3°, Cette piquûre ſera accompagnée d'un petit éclat pareil à celui d'un grain de ſel commun qui décrépite dans le feu.

4°, Si vous faites cette expérience & la précédente dans un lieu où il n'y ait point de lumiere, vous obſerverez que les pétillements ou piquûres qu'on éprouve en approchant la main de la ſurface du verre, ou de celle de la barre de fer, ſont accompagnés ou ſuivis d'étincelles très-brillantes, & par conſéquent très-ſenſibles à la vue.

5°, Enfin vous remarquerez encore dans l'obſcurité une très-belle aigrette de rayons lumineux, bruyants & animés d'un mouvement progreſſif, au bout *D* de la barre de fer le plus reculé du globe, & quelquefois à tous les deux. Et ſi vous en ap-

prochez le visage à 5 ou 6 pouces de distance, vous sentirez une odeur qu'on peut comparer à celle du phosphore d'urine.

REFLEXIONS.

Les effets dont on vient de faire mention, ne sont point produits immédiatement par le corps électrisé, puisqu'ils se passent hors de lui, on ne peut donc pas se dispenser de les attribuer à cet être, quel qu'il soit, qui touche, qui heurte, qui picque jusqu'à causer de la douleur; à cet être, qui se fait entendre, qui frappe la vue & l'odorat. Or il ne convient qu'à la matiere, & à la matiere en mouvement, de faire sur nous de telles impressions; & comme dans tous les phénoménes de ce genre ce même agent nous donne des indices très-certains de sa présence & de son action; on peut conclure en toute sûreté, & en général, que tout corps électrisé a autour de lui une matiere en mouvement, qui est la cause immédiate de tous les effets que nous y appercevons.

Matiere électrique. Son existence prouvée par les Expériences précédentes.

C'EST cette matiere que l'on nom-

me communément *matiere* ou *fluide électrique*, & ſur l'exiſtence de laquelle on eſt parfaitement d'accord : on ne l'eſt pas tout à-fait de même ſur ſon eſſence, ſur ſes propriétés, ſur ſa maniere d'agir.

Cette matiere n'eſt pas celle du corps électriſé.

Quelques Phyſiciens ont penſé que ce fluide pourroit bien être la ſubſtance même du corps électriſé, atténuée, ſubtiliſée, & pouſſée au-dehors par le frottement, par la chaleur, ou par les autres moyens qu'on emploie pour produire l'Electricité. Mais l'expérience a toujours fait voir que les corps, pour la plupart, peuvent être électriſés autant & auſſi long-temps qu'on le veut, ſans ſouffrir aucun déchet ſenſible ; ce qui ne pourroit être, ſi les émanations électriques ſe faiſoient à leurs dépens. S'il y en a dont le poids diminue par l'électriſation, il eſt aiſé de reconnoître que ce qu'ils perdent de leur propre fonds, n'eſt point ce qui produit l'électricité : l'eau, par exemple, quand on l'électriſe, s'évapore en plus grande quantité, qu'elle ne le feroit, ſi on la laiſſoit dans ſon état naturel ; mais

XX. LEÇON.

les étincelles qu'on fait briller alors à sa surface, peuvent-elles être attribuées à une vapeur aqueuse (a)?

Ce n'est point l'air de l'atmosphere.

D'autres ont imaginé que cette matiere pourroit bien être l'air même qui entoure le corps qu'on électrise. Pourquoi, disent-ils, ce fluide ne recevroit-il pas de ce corps qu'il touche une modification propre à lui faire produire les phénoménes de l'Electricité, comme il reçoit d'un corps sonore, celle qui le met en état de transmettre les sons?

On peut dire, contre cette opinion, 1°, que l'Electricité a ses effets dans le vuide de Boyle, c'est-à-dire, dans une espace où il n'y a, pour ainsi dire, plus d'air: il est vrai que certains phénoménes réussissent moins bien dans le vuide que dans le plein air; mais il en est d'autres qui le souffrent, & même qui l'exigent, comme nous le ferons voir par la suite; on verra pareillement

(a) Le Lecteur qui souhaitera de plus grands détails sur ce sujet, en trouvera *Mémoires de l'Académie des Sciences* 1747 ... *pag.* 234; & *Recherches sur les Causes particulieres des Phénomenes Electriques, pag* 323 *& suiv.*

que ceux à qui la présence de l'air est favorable, ne dépendent point de lui essentiellement. On peut ajouter, 2°, que la matiere électrique a des qualités qui ne conviennent point à l'air: elle passe à travers certains corps qui sont absolument impermeables à ce fluide : elle a une odeur, & il n'en a pas, elle devient lumineuse, elle s'enflamme, elle brûle, l'air ne fait rien de tout cela. 3°, Enfin la matiere électrique transmet ses mouvements avec une rapidité & une vîtesse, à laquelle celle du son même n'est pas comparable.

Il y a toute apparence que c'est le feu élémentaire.

Tous ceux qui ont étudié l'Electricité par eux-mêmes, & qui ont réfléchi sur ses effets, s'accordent à dire aujourd'hui que la matiere électrique est ce même élément qui est présent par-tout, au-dedans comme au-dehors des corps, que l'on connoît sous le nom de *Feu élémentaire*, & à qui l'on attribue la double propriété d'éclairer & d'enflammer : ou que si ce n'est pas lui-même, elle lui ressemble plus qu'à toute autre matiere.

Ils conviennent encore entr'eux

XX. LEÇON.

que ce fluide eſt extrêmement élaſtique, parce que cela paroît indiqué par la propagation rapide de ſes mouvements, & par l'énergie de ſon action : mais quelques-uns, par convenance pour leurs ſyſtêmes, le ſuppoſent aſſez flexible pour être reſſerré & condenſé dans les corps, par certains moyens; & aſſez extenſible pour ſe raréfier de lui-même dans les eſpaces où il ceſſe d'être contenu ou arrêté : ce qu'il n'eſt pas aiſé de concilier avec l'idée d'une matiere qui reſſemble à celle de la lumiere & du feu. Conſultons l'expérience pour ſavoir à quoi nous devons nous en tenir ſur ces opinions.

SECONDE PROPOSITION.

Il eſt très-probable que la matiere électrique eſt la même que celle du feu & de la lumiere.

III. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Préparez une barre on un tuyau de fer comme dans la ſeconde ex-

périence : faites en ſorte que ſon extrémité la plus reculée du globe, aboutiſſe dans un vaiſſeau de verre purgé d'air, & que le lieu où vous ferez cette expérience ſoit privé de lumiere.

Pour introduire dans le vuide l'Electricité de la verge de fer qui ſert de Conducteur, on peut y ſuſpendre une eſpece de matras à deux goulots, un peu oblong, garni par un bout d'un robinet pour l'appliquer à la machine pneumatique, & par l'autre bout d'un gros fil de fer, dont la longueur ſoit moitié dedans, moitié dehors, & cimenté au goulot & terminé par une boucle, ou par un crochet pour le ſuſpendre. Voyez la *Figure* 2, où ce matras eſt repréſenté en *E*.

EFFETS.

Si vous portez la main *F* au robinet de métal qui tient à l'un des goulots du matras purgé d'air, ou que vous approchiez vos doigts *G* de la ſurface du verre, tandis qu'on électriſe le Conducteur : vous verrez dans l'intérieur du vaiſſeau pluſieurs

XX. LEÇON. jets d'une matiere très-lumineuse; & si vous le touchez, vous appercevrez une pareille matiere qui se répand dans son épaisseur, à peu-près comme une huile imprégnée de phosphore.

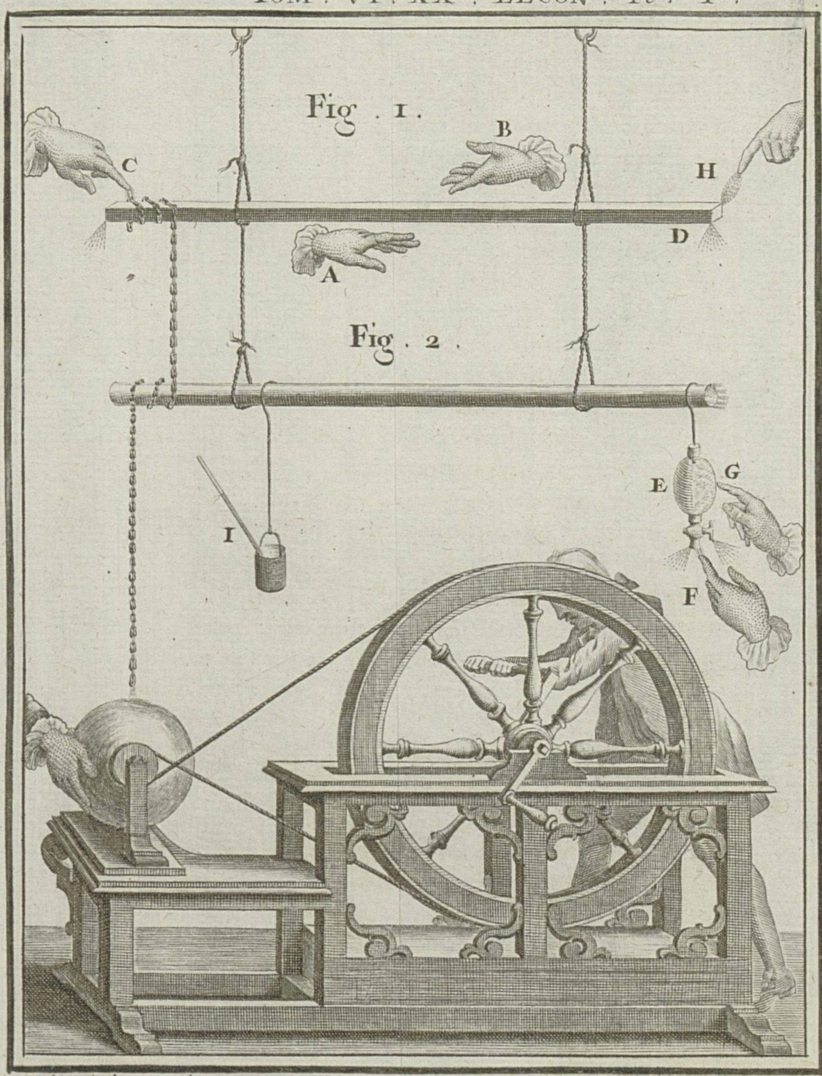
IV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electrisez encore une barre de fer, semblable à celle de la seconde expérience, ou plutôt une tringle de lit, dont le bout le plus reculé du globe, soit un peu arrondi : présentez le doigt à cette partie comme pour en tirer une étincelle, & placez entre l'un & l'autre le lumignon d'une chandelle nouvellement éteinte. Voyez la *Figure 3*.

EFFETS.

Si lorsque l'étincelle éclate, le trait de matiere électrique traverse le jet de fumée qui sort du lumignon, vous verrez presque toujours la chandelle se rallumer.



Gobin del. et Sculp.

XX. LEÇON.

V. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Faites chauffer ſur des charbons ardents une cuiller d'argent ou de quelqu'autre métal, remplie aux trois quarts de bon eſprit-de-vin, & préſentez-la au Conducteur des expériences précédentes, lequel pour cet effet doit être un peu recourbé en en-bas; ou bien on peut y ſuſpendre un gros fil de fer terminé par-en-bas en anneau fort alongé *A* (*fig.* 3).

EFFETS.

Dès que la liqueur ſera à quelques lignes de diſtance du métal électriſé, vous la verrez immanquablement s'enflammer par les étincelles qui éclateront entre l'une & l'autre.

REFLEXIONS.

La matiere qu'on voit briller dans ces trois dernieres expériences, & qu'on apppercevra encore ſous différentes formes dans bien d'autres cas dont nous aurons occaſion de parler, eſt certainement la matiere

XX. LEÇON.

électrique, puiſqu'elle ne ſe montre ainſi que quand on la met en jeu par l'électriſation, & qu'elle diſparoît quand l'Electricité ceſſe; or cette matiere luit & éclaire comme celle qui nous fait voir les objets; elle brûle & enflammecomme celle qui produit le feu ou l'embraſement des corps combuſtibles. La reſſemblance dans les effets annonce aſſez ſûrement l'identité des cauſes; ainſi d'après les expériences qu'on vient de voir, on peut conclure avec beaucoup de vraiſemblance que ce fluide reconnu par les Phyſiciens ſous le nom de *Feu élémentaire*, & à qui ils attribuent la propriété de produire la *lumiere*, eſt auſſi celui que la nature emploie pour tous les phénomenes électriques.

L'obſervation vient ici à l'appui de l'expérience, & nous porte à croire de plus en plus que le feu, la lumiere & l'Electricité dépendent du même principe, & ne ſont que trois modifications différentes du même être; ce qui eſt d'ailleurs, on ne peu pas plus conforme à cette ſage économie qu'on voit régner

dans l'univers, où les causes Physiques sont employées avec épargne, & les effets multipliés avec magnificence.

Analogie du feu élémentaire avec la matiere électrique.

1°, LE FEU n'agit pas de lui-même & sans être excité : les corps qui en contiennent le plus, ou qui ont le plus de disposition à se prêter à son action, les huiles, les esprits & vapeurs qu'on nomme *inflammables*, les phosphores ne s'embrasent point d'eux-mêmes ; il faut que quelque cause particuliere développe ou excite le principe d'inflammation qui est en eux. Mais de tous les moyens propres à animer ce principe, il n'en est pas de plus efficace, ni de plus prompt, que celui-là même qui fait naître primitivement l'Electricité : les corps deviennent électriques de la même maniere qu'on les rend chauds ; en les frottant, on fait l'un & l'autre. Ils peuvent être électrisés par communication, comme un corps peut être embrasé par un autre qui l'a été avant lui ; mais il faut toujours que celui de qui ils tiennent leur vertu ait été frotté, à peu-prés comme la flamme qui con-

XX. LEÇON.

ſume une bougie, vient originairement d'une étincelle que le frottement ou la colliſion a fait naître.

2°, Quand on frotte un corps pour l'échauffer, la chaleur pour l'ordinaire naît d'autant plus vîte, & devient d'autant plus grande, que ce corps eſt plus denſe, ou que ſes parties ſont plus élaſtiques; le plomb s'échauffe foiblement ſous la lime & ſous le marteau; mais le fer & l'acier y deviennent brûlants; parce qu'ils ont plus de reſſort que les autres métaux. On peut remarquer auſſi que les corps capables de devenir électriques par frottement, acquierent cet état d'autant plus vîte, & dans un degré d'autant plus éminent, que leurs parties ſont plus roides, & plus propres à une vive réaction. La cire blanche de bougie, par exemple, qui devient un peu électrique pendant le grand froid, ne l'eſt point du tout quand on l'éprouve par un temps & dans un lieu chaud. La cire d'Eſpagne le devient davantage en tout temps; mais elle ne l'eſt jamais autant que le ſoufre & l'ambre, qui peuvent être frottés

plus fortement & plus long-temps, sans que leurs parties s'amolissent & perdent leur ressort. N'est-ce point aussi par cette derniere raison, que le verre frotté devient plus électrique qu'aucune autre matiere connue?

3°, L'action du feu semble s'étendre davantage, & avec plus de facilité, dans les métaux, que dans toute autre espece de corps solide; car si l'on tient par un bout une verge de fer, de cuivre, d'argent, &c. de médiocre longueur, & que l'autre extrémité touche au feu, la chaleur se communique bientôt jusqu'à la main: on n'apperçoit pas la même chose avec une regle de bois; un tuyau de pipe, un tube de verre, une plaque de marbre ou de pierre. Je ne m'arrête point à chercher ici la raison de cette différence; mais j'observe seulement que l'Electricité, comme la chaleur, s'étend facilement dans les métaux, & dans tout ce qui en contient beaucoup. Si j'électrise, par exemple, une barre de métal, & en même temps avec les mêmes soins, tel autre corps que ce soit, tant du regne végétal, que du regne

XX. LEÇON.

minéral, qui ne soit point métallique, jamais je n'apperçois autant d'Electricité dans celui-ci que dans l'autre.

4°, Le feu qui ne trouve pas d'obstacle, qui est dégagé de toute matiere étrangere (je parle du feu élémentaire, & j'excepte les cas où ses rayons sont condensés par réflection, par réfraction ou autrement) le feu, dis-je, qui cede au 1er degré de mouvement qu'on lui imprime, se dissipe sans chaleur sensible, & ne produit que de la lumiere; mais quand son effort est retardé, & qu'il trouve de l'opposition, il croît de plus en plus par la force qui continue de l'animer, & s'il vient à rompre ce qui le retient, semblable à la bombe qui éclate, il s'arme, pour ainsi dire, des parties de la matiere qu'il a divisée; il heurte avec violence les corps qui sont exposés à son choc, & à travers desquels il passeroit librement & sans effet, s'il étoit seul; ce principe est prouvé par une infinité de phénomenes familiers, dont on trouvera des exemples dans notre XIIIe Leçon, Tome IV.

On

On voit auſſi quelque choſe de ſemblable dans l'Electricité : ſi j'électriſe extérieurement, ſoit en frottant, ſoit autrement, un globe ou tout autre vaiſſeau de verre qui ſoit vuide d'air, & purgé par conſéquent des vapeurs dont ce fluide eſt toujours chargé ; je n'apperçois au-dedans qu'une lumiere diffuſe, à peu-près comme celle des éclairs, que la grande chaleur fait naître par un temps ſerein : cette Electricité intérieure ne ſe manifeſte plus comme d'ordinaire, par des pétillements, de petits éclats, des étincelles ; apparemment parce que le vaiſſeau purgé d'air ne contient plus qu'un feu élémentaire, dégagé de toute ſubſtance étrangere : ce fluide au moindre mouvement qu'on lui communique, s'enflamme ſans effort, mais auſſi ſans autre effet que celui de luire dans l'obſcurité.

5°, La matiere du feu faiſant fonction de lumiere, ſe meut pour l'ordinaire plus librement dans un corps denſe, que dans un milieu plus rare ; plus librement, par exemple, dans l'eau que dans l'air, & encore

XX. LEÇON.

plus dans le verre que dans l'eau ; c'eſt au moins une conſéquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit ſuivre communément dans ſes réfractions ; la matiere électrique paroît affecter auſſi de ſe mouvoir le plus long-temps , & le plus loin qu'il eſt poſſible dans le corps ſolide qui eſt électriſé , comme ſi l'air environnant étoit pour elle un milieu moins perméable : il en ſort plus par les extrémités & par les angles ſaillants d'une barre de fer , que de tout autre endroit de cette même barre ; c'eſt à ces angles qu'elle ſe manifeſte davantage , comme il eſt aiſé d'en juger par les émanations lumineuſes ; & ſi l'on électriſoit pluſieurs barres ſemblables , qui fuſſent ſuſpendues bout à bout , l'Electricité paſſeroit infailliblement de l'une à l'autre , & s'étendroit incomparablement plus loin qu'elle ne peut faire dans l'air , lorſqu'une fois elle a quitté le corps d'où elle part.

6°, Le mouvement de la lumiere ſe tranſmet en un inſtant à de grandes diſtances , ſoit qu'elle vienne directement de ſa ſource , ſoit qu'on

la réfléchiſſe ou qu'on la réfracte : l'expérience nous fera voir auſſi dans tout le cours de cette Leçon que l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle, parcout en un clin d'oeil un eſpace très-conſidérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à tranſmettre ſon action. XX. LEÇON.

7°, Enfin, l'Electricité, comme le feu, n'a jamais plus de force que pendant le grand froid, lorſque l'air eſt ſec & fort denſe ; & au contraire pendant les grandes chaleurs, & lorſqu'il fait humide, il arrive rarement que ces ſortes d'expériences réuſſiſſent bien. On a obſervé que l'humidité eſt plus à craindre pour les corps qu'on veut électriſer par frottement, que pour ceux à qui l'on veut ſeulement communiquer l'Electricité ; une corde mouillée, par exemple, tranſmet fort bien cette vertu ; mais un tube de verre ne donne preſque aucun ſigne d'Electricité, quand on le frotte avec un corps ou dans un air qui n'eſt pas bien ſec. C'eſt en quoi j'apperçois encore une certaine analogie avec le feu ; car l'embraſement, ainſi

XX. LEÇON.

que l'Electricité, ne naît point dans des matieres fort humides ; mais s'il est excité d'ailleurs, la chaleur qui en est l'effet, s'y communique aisément.

On peut donc supposer, en considérant toutes ces analogies, que la matiere qui fait l'Electricité, ou qui en opere les phénomenes, est la même que celle du feu & de la lumiere : une matiere qui brûle, qui éclaire, & qui a tant de propriétés communes avec celle qui embrase les corps & qui nous fait voir les objets, seroit-elle autre chose que du feu, autre chose que la lumiere même ?

Cependant on ne peut pas dire que la matiere électrique soit purement & simplement l'élément du feu dépouillé de toute autre substance ; l'odeur qu'elle fait sentir, semble prouver que cela n'est pas. On peut ajouter que quand cette matiere s'enflamme, elle paroît sous différentes couleurs, tantôt d'un brillant éclatant, tantôt violette ou purpurine, selon la nature des corps d'où elle sort, & selon l'état actuel des milieux où elle est reçue.

XX. LEÇON.

La matiere électrique n'est pas le feu élémentaire tout pur.

IL me paroît donc très-probable que la matiere électrique, la même au fond que celle du feu élémentaire ou de la lumiere, est unie à certaines parties du corps électrisant ou du corps électrisé, ou du milieu par lequel elle a passé.

TROISIEME PROPOSITION.

Pour l'Electricité, comme pour la Lumiere, tous les corps ne sont pas également perméables.

VI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Au lieu de la barre de fer employée dans la seconde expérience, essayez d'électriser un long bâton de cire d'Espagne ou de souffre, une longue bougie ou un cierge de cire blanche qui n'ait point de meche, un tube de verre, &c.

EFFETS.

Vous ne verrez pas sortir de ces corps, comme du métal, ces belles aigrettes lumineuses dont nous avons fait mention; vous ne sentirez pas

XX. LEÇON.

autour d'eux ces écoulements qui touchent la peau comme un souffle léger, ou comme des toiles d'araignée : quand vous en approcherez le doigt, vous n'exciterez pas ces étincelles vives & brillantes ; à peine appercevrez-vous à leur surface une petite lueur morne & rampante qui ne se fera pas sentir sur la peau.

VII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Mettez des fragments de feuilles d'or, ou des petites plumes dans un vase de verre, dont l'ouverture soit large ; couvrez-le d'une plaque qui ait 3 à 4 lignes d'épaisseur, de résine, de soufre, de cire d'Espagne, de cire blanche dont on fait la bougie, & généralement de toute matiere grasse ou résineuse ; présentez au-dessus un tube nouvellement frotté.

EFFETS.

A peine appercevrez-vous quelques légers mouvements aux petites feuilles que vous aurez mises au fond du vase : au lieu qu'elles seroient vi-

vement agitées, si le vase étoit couvert de bois, de carton, de métal, &c.

VIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Répétez la seconde expérience dans un lieu privé de lumiere, & présentez le bout de votre doigt, ou quelque morceau de métal, à l'aigrette lumineuse que vous verrez briller au bout de la barre de fer électrisée.

EFFETS.

Vous pourrez remarquer que les rayons enflammés de l'aigrette *H*, (*fig.* 1) devenant bien moins divergents, qu'ils ne le sont naturellement, se courberont & se plieront comme pour embrasser votre doigt, y trouvant sans doute une entrée plus libre que dans l'air même de l'atmosphere.

REFLEXIONS.

Nous nous contentons pour le présent de rapporter ces trois expé-

XX. Leçon. riences, pour prouver notre derniere proposition; nous aurons occasion d'en faire connoître beaucoup d'autres qui concourent à établir avec celles-ci, 1°, que la matiere électrique ne pénetre pas tous les corps indistinctement avec la même facilité; 2°, que les matieres sulfureuses, grasses & résineuses, les gommes, la cire, la soie, &c, ne la reçoivent, & ne la transmettent que peu, ou point du tout; 3°, que la matiere électrique pénetre plus aisément dans les métaux, dans les corps animés, dans l'eau, &c, que dans l'air de l'atmosphere, quoique ce dernier fluide ait peu de densité.

QUATRIEME PROPOSITION.

L'Electricité ne dilate point les corps, & n'augmente point leurs dimensions ou leur volume comme la chaleur.

IX. Experience.

Preparation.

Electrisez fortement un thermometre de mercure, dont la boule sera plongée

plongée dans un petit vaſe de métal plein d'eau, & ſuſpendue avec un fil de fer à la barre de la ſeconde expérience, comme en *I*, (*fig.* 2).

EFFETS.

Quelque ſenſible que ſoit le thermometre, & quelque forte que ſoit l'Electricité, on ne voit jamais le mercure s'élever de la plus petite quantité dans le tube.

REFLEXIONS.

Si l'Electricité dilatoit les corps, on s'en appercevroit ſans doute dans le cas dont il s'agit : le tube du thermometre étant capillaire, pour peu qu'il y eût d'augmentation au volume de mercure contenu dans la boule, on verroit un effet ſemblable à celui que produit une augmentation de chaleur. Puiſque cela n'arrive pas, on peut conclure en toute ſûreté ce que j'ai énoncé dans la propoſition.

Je ſais bien que quelques auteurs ont prétendu avoir vu monter la liqueur dans des thermometres électriſés ; mais j'ai tant de fois répété cette épreuve, & j'y ai apporté tant

XX. LEÇON.

de ſoins & de précautions, que j'oſe aſſurer que cet effet, ſi on l'a vu, ne venoit point de l'Electricité, mais de quelque degré de chaleur communiquée par inadvertance au thermometre.

Il pourroit bien ſe faire auſſi que les corps qu'on électriſe en frottant, augmentaſſent un peu de volume; mais c'eſt qu'alors on les échauffe en même-temps qu'on les électriſe; & la vertu électrique, ſans y contribuer, n'empêche pas que la chaleur n'ait ſon effet ordinaire, qui eſt de dilater les corps.

Il me reſte encore bien des choſes à dire ſur les propriétés de la matiere électrique, ſur ſa maniere d'être dans les corps, ſur les mouvements qu'elle affecte, ou dont elle eſt ſuſceptible; mais je me ferai mieux entendre ſur tout cela, quand j'aurai expoſé les phénomenes qui ſont comme la baſe du ſujet que je traite, & que j'aurai inſtruit le Lecteur des procédés, & des circonſtances dont ces effets dépendent; ainſi je réſerve pour la IIIe Section, ce qui me reſte à ajouter ici.

ARTICLE SECOND.

Sur les moyens d'exciter, ou de faire naître la vertu électrique.

La matiere électrique sans mouvement n'est point l'Electricité.

LA MATIERE électrique réside dans tous les corps, & dans l'air même qui les entoure ; mais sa présence seule ne suffit pas pour faire ce qu'on nomme *Electricité* ; il faut pour cela qu'elle soit excitée d'une certaine façon, & qu'elle reçoive le mouvement qui constitue essentiellement cette vertu ; prendre ces deux choses indistinctement l'une pour l'autre, comme font bien des gens, c'est confondre le sujet avec ses modifications ; c'est à peu-près comme si l'on prétendoit qu'il y a des sons par-tout, & quand il y a de l'air : c'est comme si l'on disoit qu'il y a chaleur & lumiere par-tout où se trouve l'élément qui est capable de produire l'un & l'autre effet.

Origine du mot *Electricité*.

C'EST en frottant la superficie des corps qu'on s'est apperçu que la plupart d'entr'eux étoient *électriques*, c'est-à-dire, qu'ils avoient

XX. LEÇON.

quelque chose de commun avec l'ambre, espece de bitume, que les Grecs nommoient ἤλεκτρον, & les Latins *Electrum*. Si nous avions exprimé cette ressemblance par le mot François *ambré*, on n'auroit pas manqué de l'entendre de la couleur, ou de l'odeur qui est naturelle à l'ambre : ce qu'il falloit désigner, c'étoit cette propriété qu'on lui connoît depuis long-temps d'attirer les pailles & autres corps légers qui sont à sa portée, quand on l'a frotté sur la main ou sur quelque étoffe.

Diverses façons d'exciter la vertu électrique; le frottement est la premiere de toutes.

LES Phyciens qui se sont appliqués les premiers à la recherche des corps électriques, n'ont employé que le frottement pour faire leurs épreuves : d'autres après eux y ont joint quelques degrés de chaleur préparatoires ; & enfin l'on a essayé d'électriser simplement en chauffant.

On a cherché aussi quelles étoient les matieres les plus propres à frotter efficacement ; cela nous a valu des connoissances certaines dont je rendrai compte, & aussi quelques opinions contestées qui méritent qu'on les examine.

Il s'est trouvé bien des matieres qui n'ont pu être frottées, faute de consistance ; & d'autres qui pouvant l'être, n'ont jamais montré aucune marque d'Electricité : mais ce que le frottement n'a pu faire sur celles-ci, on l'a obtenu par un autre moyen qui a prodigieusement étendu le regne électrique : de toutes les épreuves qui ont été faites, tant de l'une que de l'autre maniere, en différents temps, en différents lieux, & par diverses personnes, il a résulté ce que je vais exposer dans les Propositions suivantes.

PREMIERE PROPOSITION.

De tous les corps qui ont assez de consistance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amollissent point trop par le frottement, il en est peu qui ne s'électrisent quand on les frotte.

I. Experience.

Preparation.

Frottez successivement sur quelque étoffe de laine, sur du papier gris, ou sur la main nue, si elle est

XX. LEÇON.

bien seche, tous les corps solides que vous serez à même d'éprouver; & après avoir frotté chacun d'eux, présentez-le à quelques pouces de distance, au-dessus d'une assiette de métal, ou d'une feuille de fer-blanc couverte d'une légere couche de son de farine, ou à pareille distance, vis-à-vis d'un fil de soie ou de lin, suspendu librement dans un air calme: & vous verrez immanquablement ce qui suit.

Effets.

1°, Presque tous les corps qui auront été ainsi frottés, attireront à eux le son de farine, ou tout autre corps léger qui sera à portée d'eux.

2°, Tous n'acquerront point par le même frottement, & dans les mêmes circonstances, un égal degré d'Electricité; car vous observerez en réitérant les épreuves, que le verre agit plus fortement, de plus loin, & plus long temps que le soufre & la cire d'Espagne; & que ces deux dernieres substances auront toujours plus de vertu que la cire blanche dont on fait la bougie, plus que la résine,

la poix, &c ; & qu'enfin la plupart des bois, les os des animaux, les pierres opaques en auront ordinairement moins que toutes les autres matieres.

XX. LEÇON.

3°, Aucun métal ne deviendra jamais électrique par le frottement, non plus que les corps animés : je dis les corps animés, & non pas les matieres animales ; car celles-ci, comme les cheveux, les poils, les os, la corne, la ſoie, &c, s'électriſent fort bien quand on les frotte.

SECONDE PROPOSITION.

Un degré de chaleur, qui n'eſt point capable d'amollir les corps, les rend plus propres à s'électriſer par le frottement.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il y a certains temps dans leſquels on a peine à électriſer les tubes & les globes de verre en les frottant ; il y a auſſi certains corps, tels que les os, les bois tendres, les pierres opaques qui donnent à peine quelques

XX. LEÇON.

légers signes d'Electricité après le plus rude frottement : passez le verre seulement deux ou trois fois au-dessus d'un réchaud plein de charbons bien allumés, & chauffez fortement les autres corps, de sorte qu'ils commencent à se roussir.

EFFETS.

Alors tous ces corps s'électriseront bien plus aisément, & montreront une vertu plus forte & plus durable, que celle qu'ils ont coutume d'avoir quand on ne les chauffe pas avant de les frotter.

OBSERVATIONS.

Les métaux ne s'électrisent point par le frottement.

IL paroît donc, par les résultats de la premiere expérience, qu'à l'exception des métaux & des corps vivants, toutes les autres substances peuvent s'électriser plus ou moins, quand on les peut frotter : mais il est certain que de toutes celles qu'on a éprouvées jusqu'à présent, il n'en est aucune qui ait paru aussi propre que le verre, à produire les phénomenes électriques ; non-seulement parce qu'il possede dans un degré éminent

la propriété de s'électriser, mais encore parce qu'étant susceptible de recevoir toutes sortes de formes, il nous fournit des instruments commodes, & très-convenables aux expériences de ce genre.

Toutes sortes de verres ne s'électrisent pas également bien.

Ce n'est pas cependant que toutes les especes de verres soient également électrisables : il y en a qui ne le sont point du tout, ou qui ne le sont presque point ; tel est, par exemple, celui dont on fait les glaces à Saint-Gobin en Picardie ; je l'ai mis cent fois à l'épreuve, en forme plate, en forme de tube, en forme de globe, & dans toutes sortes de temps ; à peine en ai-je pu tirer quelques signes un peu sensibles d'Electricité.

Le verre dont on fait les vitres, celui qui sert à la gobleterie, lorsqu'il est nouvellement fabriqué, a beaucoup de peine aussi à s'électriser ; j'ai souvent frotté, avec beaucoup d'obstination & sans succès, des tubes, & d'autres pieces dans la Verrerie même où je les avois fait faire ; ce n'a été qu'après plusieurs mois, & quelquefois après des an-

XX. LEÇON.

nées entieres, que j'en ai pu tirer parti.

A force d'être frottés, certains verres deviennent plus électrisables.

Il est sûr, & je l'ai observé constamment, que le verre, à force d'être frotté, en devient plus propre aux expériences électriques ; des matras & des globes de nos petites Verreries, qui ne m'avoient montré d'abord qu'une Electricité très-foible, après avoir été exercés pendant quelques mois, sont devenus enfin de très-bons instruments.

L'électrisabilité du verre ne tient ni à la couleur, ni à la transparence, ni à la figure.

Ce n'est ni à la transparence plus ou moins parfaite, ni à la couleur du verre, qu'on doit s'en prendre pour rendre raison de ces variétés, puisque le même verre acquiert, par succession de temps, la vertu électrique qu'il n'avoit pas d'abord ; celui dont on fait des bouteilles à Sevres, m'a très-bien servi, tandis que des globes de verre blanc ne sont devenus passablement bons qu'après avoir été exercés & mis à l'épreuve pendant un certain temps.

Mais plutôt au degré de dureté & de cuisson.

Je ne puis dire positivement à quoi il tient que certain verre soit ou ne soit point électrisable par frottement ; mais je soupçonne que cela vient

principalement de son degré de dureté & de cuisson ; ce qui me porte à penser ainsi, c'est que celui de nos Manufactures de Saint-Gobin & de Cherbourg, le plus dur, le plus compact, & le plus cuit de tous nos verres de France, est, en même temps, celui qu'on a le plus de peine à électriser, tandis que le crystal d'Angleterre, celui de Bohême, &c. qui sont bien plus tendres, sont les meilleurs de tous pour les expériences d'Electricité. Il y a plus; je me suis procuré des verres imparfaits, qui n'avoient point été assez longtemps au four pour être fins; &, quoiqu'ils fussent de la même composition que les glaces, ils se sont électrisés très-sensiblement.

Grandeur, figure, épaisseur du verre.

L'EXPÉRIENCE n'a rien déterminé jusqu'ici avec précision sur la grandeur ni des tubes ni des globes ; mais si les premiers ont deux pieds & demi ou trois pieds de longueur, un pouce ou 15 lignes de diamettre, & qu'ils soient d'une grosseur à-peu-près égale d'un bout à l'autre, ils pourront être frottés plus commodément, & s'électriser avec moins de fatigue ;

XX. LEÇON. un globe qui aura 10 à 12 pouces de diametre, & qui fera environ 4 tours par seconde, recevra un frottement convenable; & il ne faut pas croire que s'il étoit de moitié ou d'un quart plus petit ou plus grand, ses effets dussent diminuer ou augmenter dans la proportion de ces différences de grandeur.

Quand le globe est vraiment une sphere creuse de verre, de toute la zone qu'on frotte, il n'y a que la partie la plus prochaine de l'équateur qui puisse approcher assez du conducteur, s'il est droit; les autres s'en trouvent trop éloignées, à cause de la courbure du vaisseau; c'est pourquoi bien des gens, sur-tout en Italie, en Allemagne, & même en Angleterre, préferent, à la figure sphérique, celle d'une grosse olive, ou d'un cylindre terminé par deux goulots; mais comme ces dernieres formes exigent plus d'adresse & de soin de la part des ouvriers qui soufflent le verre, on peut s'en tenir à la premiere, en garnissant, si l'on veut, le bout du conducteur avec quelque frange traînante qui

s'accommode à la figure du verre.

Quand l'une des ſurfaces d'un vaiſſeau ou d'une lame de verre vient d'être frottée, celle qui ne l'a point été, ſe trouve électriſée comme elle, & produit les mêmes effets, pourvu néanmoins que toutes deux répondent à des milieux de même nature, & qui ſoient compatibles avec la vertu électrique; car ſi l'une, par exemple, ſe trouve dans l'air libre, & l'autre dans le vuide, il n'y a que celle-ci qui produiſe ordinairement des ſignes d'Electricité: ces deux faits qui ſont très-dignes d'être obſervés, ſeront amplement prouvés par la ſuite.

Le verre qui n'a qu'une médiocre épaiſſeur (je crois qu'il en eſt de même de toutes les autres ſubſtances électriſables par frottement) eſt plus prompt à s'électriſer que celui qui en a une plus grande: quand un globe ou un tube eſt épais d'une ligne, il a aſſez de conſiſtance pour réſiſter aux efforts qu'on fait ſur lui en le frottant; & ſon Electricité s'excite aiſément.

Quant à la maniere de frotter, j'ai

XX. LEÇON.

Maniere de frotter le verre.

cherché long-temps & avec ſoin, quelle étoit la meilleure ; il m'a paru que le frottement ſoutenu ou réitéré dans le même ſens, réuſſiſſoit mieux que quand il ſe faiſoit alternativement en ſens contraire. Ainſi je préfere l'action d'un rouet qui fait tourner le globe uniformément, & qui mene toujours les parties du verre le plus nouvellement frottées vers le conducteur par la voie la plus courte, à celle d'un archet qui le feroit aller alternativement dans un ſens & dans l'autre : &, quand je frotte un tube ou un bâton de cire d'Eſpagne, je ne le ſerre avec la main, que dans l'un des deux mouvements qu'elle fait en parcourant ſa longueur.

Le frottement le plus rude n'eſt pas toujours celui qui a le meilleur ſuccès ; j'ai remarqué au contraire que, dans les temps favorables à la vertu électrique, il valoit mieux frotter légérement, que d'appuyer bien fort ; & quand il ne fait pas un temps bien propre à ces expériences, ou que l'inſtrument eſt fait d'un verre difficile à électriſer, c'eſt par la durée du frottement,

plutôt que par sa violence, qu'on peut espérer de réussir.

XX. LEÇON.

Des frottements égaux ne suffisent pas pour électriser également différents corps.

Si quelqu'un dans la vue de se procurer deux Electricités égales, entreprenoit de faire éprouver des frottements égaux à deux globes de différentes matieres, il en viendroit à bout, en les faisant tourner avec la même vîtesse en leur appliquant des frottoirs de la même nature, des mêmes dimensions, appliqués avec des degrés de pression semblables entr'eux : tout cela se peut faire aisément ; mais je lui donne avis que ces parités, observées le plus scrupuleusement dans les moyens, ne le conduiront pas au but qu'il se propose ; parce que tel frottement qui conviendra pour bien électriser le verre, ne produira pas toujours le même effet sur la cire d'Espagne, sur le soufre, ou sur toute autre substance.

Choix des matieres qui doivent être employées à frotter les corps électriques.

LES Physiciens qui se sont appliqués aux expériences d'Electricité, ne sont pas bien d'accord entr'eux sur la matiere qu'on doit employer de préférence pour frotter le verre & les autres corps électrisables. Les

XX. LEÇON.

uns recommandent de frotter avec la main nue ; les autres veulent qu'entre la main & le corps que l'on frotte, il y ait une feuille de papier gris, ou une étoffe de laine, un morceau de peau de chamois ſaupoudrée de blanc d'Eſpagne ou de Tripoli ; pluſieurs font tourner leurs globes, contre des couſſinets de peau de buffle remplis de crin ou de quelqu'autre matiere animale : d'autres font les leurs avec pluſieurs feuilles de papier doré ou argenté, appliquées les unes ſur les autres, ou avec des étoffes, dans le tiſſu deſquelles il ſoit entré de l'or, de l'argent, ou quelqu'autre métal.

Il eſt certain que tous les frottoirs ne ſont pas également bons, & qu'il y a un choix à faire, ſur lequel la ſeconde & la troiſieme Section nous fourniront des lumieres : je dirai ſeulement ici, comme par anticipation, que les matieres animales & les métaux méritent la préférence, & que rien ne m'a jamais paru auſſi propre à cet uſage que la main nue, lorſqu'elle n'eſt point humide par tranſpiration ou autrement. J'ai

remarqué

remarqué cependant que tout le monde n'a point la main également propre à électriser le verre; & c'est sans doute ce qui a porté quelques Auteurs à soutenir, avec une sorte d'opiniâtreté, qu'on devoit toujours donner la préférence aux coussinets : je la leur donnerois moi-même en certains cas; lorsqu'on a lieu de craindre, par exemple, que le globe n'éclate par une Electricité trop violente jointe à la force centrifuge que la rotation fait prendre aux parties frottées; accident dont on a vu plusieurs exemples, & dont j'ai eu soin d'avertir ([a]); mais ce ne sera jamais dans la vue de produire le plus grand effet possible : quand je me suis servi de ma main nue, j'ai toujours frotté avec plus de succès, que je n'ai pû le faire avec des coussinets de quelque espece qu'ils fussent.

Distinction à faire entre les animaux & les matieres animales.

QUAND il est question de matieres électrisables par frottement, il faut bien se garder de confondre les corps vivants, les animaux proprement dits, avec ce qu'on appelle commu-

([a]) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1753, pag. 444; & 1755, pag. 311.

XX. LEÇON.

nément *matieres animales*, comme la ſoie, les cheveux, le poil, les ongles, la corne, les os, &c. Toutes ces ſubſtances donnent des ſignes d'Electricité, quand on les frotte; mais l'animal même n'en donne point. Perſonne n'ignore à préſent qu'on fait étinceller un chat dans l'obſcurité, en lui paſſant deux ou trois fois la main ſur le dos: s'il étoit raſé, cela n'arriveroit plus. Le ſoir, & ſur-tout en hyver, il n'y a preſque perſonne qui ne puiſſe faire étinceller ſon linge, en ſe déshabillant dans l'obſcurité, ou en tirant ſes bas bruſquement; M. Symmer, Auteur Anglois, nous a donné ſur cela des diſſertations & des expériences tout-à-fait curieuſes, que j'ai répétées avec plaiſir, & qui m'ont conduit à quelques découvertes aſſez intéreſſantes ([a]).

Eſprits folets & autres feux de la même nature.

C'EST à de pareils feux qu'il faut s'en prendre pour rendre raiſon de ces prétendus *Eſprits folets* qui s'affectionnent, dit-on, pour certains chevaux, & qu'on voit quelquefois

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences 1758, pag. 244 & ſuiv.

briller ſur leur poil. Dans un temps ſec & frais, l'étrille du Palfrenier & le morceau de ſerge qui la ſuit en frottant, électriſent le poil de l'animal, & le font luire ou étinceller d'une maniere très-propre à effrayer un homme ſimple qui n'a jamais entendu parler d'Electricité.

Si les Anciens euſſent été au fait de cette vertu naturelle, comme le prétendent aujourd'hui quelques Erudits, qui ne veulent rien devoir à leurs contemporains, Virgile n'auroit pas dû célébrer, comme un prodige, cette lumiere dont on vit briller la chevelure du fils de ſon Héros ([a]); car maintenant le plus mince Electriſeur eſt en état de produire un pareil miracle.

Tous ces feux ſont certainement des ſignes d'Electricité bien reconnus & bien avoués: il paroît même que la chaleur animale y a quelque part: mais on ne peut pas dire qu'ils dépendent eſſentiellement d'elle; car on obtient de pareils effets en fai-

(a) *Ecce levis ſummo de vertice viſus Juli*
Fundere lumen apex tactuque innoxia molli
Lambere flamma comas & circum tempora paſci.
Virg. Æneidos. Lib. 6.

XX. LEÇON.

ſant chauffer un drap, ou une ſerviette de linge uni devant le feu ; & en la ſecouant enſuite avec la main, ou autrement, dans un lieu privé de lumiere : tous les corps qu'on fait étinceller de cette maniere, deviennent en même temps électriques à d'autres égards ; ils attirent & repouſſent comme du verre ou de la ſoie qu'on a frotté.

Chauffer les corps qu'on veut électriſer par frottement.

CHAUFFER les corps avant que de les frotter, eſt une préparation par laquelle on parvient d'ordinaire à les électriſer plus promptement ou plus fortement ; mais il faut que la chaleur qu'on leur fait prendre, ne puiſſe que les ſécher [a], & non pas

(*a*) Preſque tous les corps électriſables, qui ont beſoin d'être chauffés avant qu'on les frotte doivent être expoſés à une chaleur ſeche ; cependant on peut citer aujourd'hui, comme une exception de cette regle, l'exemple de la *Tourmaline*, qui s'électriſe par la chaleur de l'eau bouillante : c'eſt une petite pierre très-dure, brune, liſſe & luiſante, qui ſe trouve dans l'Iſle de Ceylan, & qui eſt aſſez rare. Le Lecteur qui voudra s'inſtruire plus particuliérement des propriétés de cette pierre, pourra conſulter *l'Hiſtoire de l'Académie des Sciences* 1717, *pag.* 7 *& ſuiv.* une *Lettre du Duc de Noya Caraffa*, imprimé in-4°, à Paris en 1759, deux

les amollir. Le ſoufre, la cire d'Eſpagne, les réſines, la cire des abeilles, &c. ne peuvent ſe chauffer que très-peu ou point du tout; le verre, l'ambre, le jayet & les pierres précieuſes, &c, peuvent éprouver une plus grande chaleur, & devenir par-là plus électriſables.

J'ai remarqué que la chaleur produite par le frottement ne ſupplée pas à l'action du feu; au contraire, quand le verre s'échauffe conſidérablement ſous la main qui le frotte, c'eſt un mauvais ſigne; en tel cas, on n'a preſque jamais qu'une Electricité foible & languiſſante: je penſe que ſi le frottement pouvoit ſe faire ſans produire de chaleur, l'électriſation n'en iroit que mieux; car la vertu électrique n'eſt jamais plus forte que quand un léger frottement ſuffit pour l'exciter. C'eſt apparemment par cette raiſon qu'on électriſe mieux par un temps frais, que dans une ſaiſon chaude.

En conſéquence de cette penſée,

Diſſertations Latines, l'une de M. Æpinus, l'autre de M. Wilke, dans les Mémoires de l'Académie de Berlin pour l'année 1757, &c.

XX. LEÇON.

j'ai essayé d'électriser mes globes pendant un fort hyver, & dans un lieu où le froid étoit de 9 degrés plus grand que le terme de la congélation de l'eau ; ma main, qui frottoit le verre étoit excessivement froide ; & tant que cet état a duré, je n'ai obtenu qu'une foible électricité ; mais les signes de cette vertu sont devenus considérablement plus forts, lorsque ma main & le verre eurent été chauffés par le moyen d'un réchaud plein de charbons allumés ; d'où je conclus que, pour bien électriser par frottement, il faut que le frottoir & le corps frotté ne soient ni trop chauds ni trop froids.

La masse du frottoir, plus ou moins grande, n'est point une chose indifférente.

LE frottoir étant d'une matiere convenable, doit encore faire partie d'une grande masse ; un coussinet, qui ne communiqueroit pas à d'autres corps semblables à lui, c'est-à-dire, difficiles à électriser par frottement, ne produiroit pas de grands effets par lui-même ; c'est en partie pour cela que la main d'un homme est ordinairement un excellent frottoir, parce qu'elle tient à une grande masse de nature semblable à la sienne ; &

par la même raiſon elle fait encore mieux ſi la perſonne qui frotte eſt placée immédiatement ſur le parquet de la chambre. XX. LEÇON.

Quoique les frottoirs ſe faſſent toujours avec quelque matiere ſolide, & aſſez flexible pour s'appliquer plus exactement au corps électriſable; cependant on peut exciter la vertu électrique, par le frottement d'un liquide : le mercure, par exemple, électriſe le verre en gliſſant ou en coulant ſur l'une de ſes ſurfaces : ſes balancements réitérés dans le tube d'un barometre rempli au feu, non ſeulement ſont ſuivis d'une lueur électrique, mais ils produiſent au dehors des mouvemens d'attraction & de répulſion.

TROISIEME PROPOSITION.

Les corps qui ne peuvent point s'électriſer par le frottement, ou qui ne s'électriſent que foiblement par cette voie, peuvent recevoir la vertu électrique par communication.

Pour communiquer la vertu électrique à un corps ſolide ou fluide, il

XX. LEÇON.

faut, 1°, le placer à une très-petite diſtance de celui qu'on a électriſé par frottement. Il faut, 2°, (ceci eſt eſſentiel) que le même corps ſoit ſéparé de tous ceux qui pourroient, comme lui, s'électriſer par communication ; ſans cette précaution, l'expérience fait voir qu'il ne paroît autour de lui aucun des ſignes ordinaires d'électricité, apparemment parce que tout ce qu'il reçoit paſſe auſſi-tôt dans les corps contigus, & s'y diſſipe.

Mais comme un corps, tel qu'il ſoit, ne peut ſe ſoutenir en l'air de lui-même, ſéparé de tous les autres, on ſuſpend ou l'on ſoutient celui qui doit s'électriſer par communication, avec des appuis, ou avec des ſuſpenſoirs de verre, de ſoufre, de réſine, de ſoie, &c, qui ne ſont électriſables que par frottement; (a) & c'eſt ce qu'on nomme *iſoler*.

(*a*) On ne peut pas dire abſolument que le verre ne s'électriſe point par communication ; mais il s'électriſe aſſez difficilement par cette voie ; & quand il eſt ainſi électriſé, il n'en eſt pas moins propre à iſoler les corps : on peut dire la même choſe de toutes les matieres vitrifiées.

III. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Ayant préparé un conducteur, comme dans la seconde expérience du premier article, suspendez à son extrémité la plus reculée du globe une espece de cage formée de trois tablettes de fer blanc, assemblées entre quatre montants à sept ou huit pouces de distance l'une de l'autre : *fig.* 4.

Placez sur ces tablettes des corps de toutes especes ; de la viande crue, un oiseau vivant, un œuf, une pomme, du pain, des morceaux de bois, des plantes, des fleurs, des morceaux de soufre, un bâton de cire d'Espagne, un vase de verre bien sec & bien net ; dans des poëlettes à saigner, de l'eau, de l'huile d'olives ; & dans un petit vaisseau de bois, du mercure.

Dès qu'on aura commencé à frotter le globe de verre, auquel répond le conducteur, examinez, les uns après les autres, tous les corps que vous aurez placés sur les tablettes, & vous observerez ce qui suit.

XX. LEÇON.

EFFETS.

Vous verrez, 1°, que, de tous ces corps exposés en même temps à l'action du globe, il y en aura qui deviendront très-électriques, & qui en donneront des marques très-sensibles; tels seront, l'eau, le métal, l'animal mort ou vif, le mercure, la pomme, l'œuf & les plantes vertes: 2°, Vous remarquerez que le bois sec, le pain & les végétaux qui auront peu d'humide, n'acquerront point une électricité à beaucoup près si marquée: 3°, Vous reconnoîtrez que le verre, le soufre, la cire d'Espagne & l'huile n'en auront point du tout, ou qu'ils n'en auront que très-peu.

De cette expérience & des résultats de la 2e. de la 4e. & de la 5e. du 1^r^. article, qu'il faut se rappeller ici, vous pouvez tirer cette conséquence qui est passée en principe parmi les Physiciens qui ont le plus étudié les phénomenes électriques, savoir, que *plus un corps est électrisable par frottement, moins il est susceptible de s'électriser par communication*; & réciproquement, que *les matieres qui s'électri-*

sent le mieux par cette derniere voie, sont les moins propres à devenir électriques par la premiere.

XX. LEÇON.

APPLICATIONS.

Conducteurs ; de quelles matieres il convient de les faire.

Les premiers conducteurs ont été faits avec des cordes ; & l'on a observé que celles qui étoient mouillées, valoient mieux pour cet usage, qu'étant seches : c'est parce que l'eau, qu'on ne peut électriser par frottement, s'électrise, on ne peut pas mieux, par communication, & qu'elle porte avec elle cette propriété dans tous les corps où elle se trouve : on doit s'attendre aussi qu'une perche de bois verd s'électrisera mieux que quand elle aura perdu sa seve, & qu'un cordon de soie ou de crin ne pourra transmettre l'électricité, comme conducteur, qu'autant qu'il sera humide.

On voit encore par-là pourquoi tous ceux qui se sont appliqués aux expériences d'électricité, se sont accordés à faire leurs conducteurs avec des chaînes, avec des fils ou avec des verges de métal, avec des tuyaux de fer blanc ou de carton doré ; & pourquoi ils ont toujours préféré les

XX. Leçon.

vases de métal à ceux de verre ou de porcelaine, pour contenir les liqueurs qu'ils vouloient rendre électriques, en électrisant les vases. Car c'est une chose universellement reconnue de tous les Physiciens électrisants, que le métal, tel qu'il soit, ne s'électrise jamais par frottement; d'où il suit qu'il est très-propre à recevoir l'électricité d'un autre corps, & à la transmettre : il en est de même des animaux.

De quelle grandeur.

La distance à laquelle l'électricité peut s'étendre par le moyen des conducteurs, n'est point déterminée; il n'est pas même facile de le faire, parce que cela dépend du concours de plusieurs circonstances, qu'on ne réunit pas toujours quand on le veut, & peut-être de plusieurs autres encore que nous ignorons; mais si quelqu'un entreprend jamais de résoudre cette question, il ne faut pas qu'il confonde, comme quelques Auteurs ont fait, ce phénomene particulier, qu'on nomme *l'Expérience de Leyde* ou de la *Commotion*, & dont je parlerai dans la suite, avec l'électricité commune & proprement dite,

qui ſe manifeſte autour des conducteurs par des mouvements d'attraction & de répulſion, par des aigrettes lumineuſes ; qui dure un certain temps après qu'elle a été excitée ou communiquée, & qui ne ſubſiſte que dans les corps iſolés. Tous les effets de celle-ci annoncent viſiblement que la matiere électrique eſt animée d'un mouvement progreſſif qui la tranſporte réellement ; au lieu que le cas ſingulier de la commotion ne paroît être qu'un choc ou une percuſſion inſtantanée, que les parties contiguës de cette même matiere ſe communiquent les unes aux autres ſans ſe déplacer : le ſon & le vent ſont des mouvemens de l'air : ſeroit-il permis à un Phyſicien de prendre indifféremment l'un pour l'autre, s'il s'agiſſoit de meſurer leur vîteſſe ou leur étendue ?

Or cette électricité, qui ne ſe tranſmet que par des conducteurs iſolés, & qui ſe manifeſte par les ſignes extérieurs dont je viens de faire mention ; cette vertu, dis-je, a été portée à plus de 1200 pieds par un cordeau tendu en plein air, & ſoutenu de

XX. LEÇON.

distance en distance sur des cordonnets de soie ; je pense qu'il est très-possible de la faire aller deux ou trois fois plus loin, & même davantage si la corde est mouillée, ou bien si l'on emploie en sa place un fil ou une chaîne de métal.

De quelle longueur, & dans quelle direction.

La vertu électrique suit le conducteur, non seulement en ligne droite, mais encore dans toutes les différentes directions qu'il prend, sans qu'on s'aperçoive d'aucun déchet ; cela est commode, en ce que par des retours multipliés, on peut renfermer un très-long conducteur dans un espace médiocre ; & de plus, on peut par le même moyen rapprocher les deux extrémités l'une de l'autre, pour mettre l'observateur à portée de juger par lui-même des effets qu'il produit par l'action du globe.

Cerf-volant électrique.

En certain temps de l'année, surtout lorsqu'il y a des nuages orageux, il regne dans l'air une électricité qui se communique à tous les corps isolés qui sont de la nature des conducteurs ; mais cette vertu est ordinairement plus forte à une certaine distance de la terre : on a imaginé d'aller au

devant d'elle avec un cerf-volant, & de la faire descendre par la corde avec laquelle on gouverne l'instrument. L'ingénieux Auteur de cette invention ([a]), agissant par principes, fila la corde avec un fil de laiton, & par ce moyen il se procura des feux électriques, tels qu'on n'en avoit jamais vus, & qui doivent rendre circonspects tous ceux qui seroient tentés de se livrer à de pareilles épreuves.

XX. LEÇON.

De quelle masse.

On a cherché à savoir si l'électricité se communique à deux corps de même nature, en raison de leurs masses : plusieurs Physiciens ont fait des expériences relatives à cette question ; j'en ai fait aussi ; & tout bien considéré, il me paroît, 1°, que la communication de la vertu électrique ne suit ni la proportion des surfaces ni celle des masses : 2°, qu'un corps mince, toutes choses égales d'ailleurs, reçoit plus promptement & plus facilement qu'un plus

(*a*) M. de Romas, Lieutenant assesseur au Présidial de Nérac. *Voyez* les Mémoires de Mathématiques & de Physique présentés à l'Académie par les Savants Etrangers, *Tom. II*, *pag.* 393.

XX. LEÇON.

épais, toute l'électricité dont il est capable : 3°, qu'un corps qui a beaucoup de masse à surfaces égales, s'électrise plus fortement que celui qui en a moins, pourvu que la source d'où il tire sa vertu, puisse y fournir. ([a]).

De quelle forme.

De quelque forme que soient les masses, elles reçoivent la vertu électrique : je l'ai communiquée au plus haut degré à des enclumes & à des barres de fer de 10 pieds de longueur, pesant 150 liv. Je conviens cependant avec le P. Gordon & avec M. le Monnier, qu'un conducteur un peu long fait ordinairement mieux qu'une égale quantité de matiere qui seroit ramassée & comme arrondie.

D'une seule piece, ou de plusieurs mises bout à bout.

Il n'est point absolument nécessaire que le conducteur soit d'une seule piece ; plusieurs verges de fer mises bout à bout les unes des autres ; une file de Soldats isolés qui se donneroient les mains, conduiroient l'Electricité comme une corde ou un fil

(*a*) *Voyez* mes Recherches sur les Causes particulieres des Phénomenes Electriques, *quatrieme Discours*, & les Ouvrages qui y sont cités.

de fer d'un ſeul bout. On peut même interrompre la continuité des parties, par des intervalles de ſix pouces, d'un pied, & quelquefois encore plus grands, ſans que l'Electricité ceſſe de ſe porter d'une extrêmité à l'autre du conducteur. M. Dufay, a fait plus ; il a placé entre ces parties ſéparées, différents corps tant ſolides que fluides, il y a mis de la flamme ; & la vertu électrique s'eſt communiquée au travers.

Cette derniere épreuve ſemble favoriſer l'opinion de MM. Waitz & Jallabert, qui prétendent que la flamme ne détruit point l'Electricité, qu'elle peut même lui ſervir de véhicule, & faire l'office de conducteur. M. Dutour & moi, avons fait des expériences dont les réſultats ne me ramenent point au ſentiment de ces deux Auteurs. Je prie le Lecteur qui s'intéreſſera à cette queſtion, d'examiner les raiſons de part & d'autre [a].

Iſolement des Conducteurs.

On ne peut prendre trop de précaution pour bien iſoler les corps

(*a*) *Recherches* ſur les Cauſes particulieres des Phénomenes Electriques, *troiſieme Diſcours*, *pag.* 198 *& ſuiv.*

XX. LEÇON.

qu'on veut électriſer, parce que la moindre communication avec le plancher, avec les meubles de la chambre ou avec les perſonnes qui aſſiſtent aux expériences, eſt capable de faire diſparoître les effets de la vertu électrique ; cependant je dois dire ici, qu'en certain cas, (qui ſont rares à la vérité,) l'Electricité a tant d'énergie, qu'on l'a vu ſubſiſter dans des conducteurs qui n'étoient pas iſolés de tout point.

De quelle matiere on doit faire les ſupports pour iſoler.

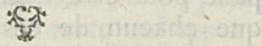
La ſoie, le ſoufre, les réſines, la cire d'Eſpagne & celles des abeilles, ſont les matieres dont on fait ordinairement les ſupports de conducteurs ; on y peut joindre le bois bien ſéché au four, & frit enſuite dans l'huile bouillante ; j'en ai fait des ſellettes qui me réuſſiſſent aſſez bien, & dont je rends grace au P. Ammerſin, Minime, Auteur de cette invention.

Quand les corps ne ſont pas trop peſants, on les électriſe ſur des ſupports de verre, hauts, pour le moins, de huit à dix pouces : on feroit mieux de les placer ſur un ſimple carreau de vitre, qui ſeroit poſé lui-même ſur quelque matiere électriſable par

communication : c'eſt M. Dutour qui a fait le premier cette réflexion, & qui l'a juſtifiée par de bonnes expériences ([a]). Celle de Leyde devoit nous éclairer ſur cela : l'eau que contient la bouteille ne s'électriſe jamais auſſi bien que quand cette bouteille eſt mince, & qu'elle eſt placée ſur un ſupport de matiere électriſable par communication, & qui n'eſt point iſolée.

Comme on eſt dans l'uſage de faire fondre les matieres énoncées ci deſſus, pour les couler dans des moules & en faire des gâteaux, je dois avertir qu'il faut attendre qu'ils ſoient bien refroidis, & bien repoſés, avant que de s'en ſervir ; j'ai remarqué aſſez conſtamment, que quand ils ſont nouvellement faits, ils ne ſont pas auſſi propres à iſoler les corps, qu'ils ont coutume de l'être au bout de quelques mois.

(*a*) *Mémoires* de Mathématique & de Phyſique, préſentés à l'Académie par des Savants Etrangers, *Tom. II*, *pag.* 516.



XX. LEÇON.

ARTICLE TROISIEME.

Des Signes par lesquels la vertu électrique se manifeste.

Signes ordinaires de la vertu électrique.

ATTIRER & repousser des corps légers qui sont à une distance convenable ; faire sentir sur la peau une impression semblable à peu-près à celle du coton bien cordé, ou d'une toile d'araignée, qu'on rencontreroit flotante en l'air ; répandre une odeur qu'on peut comparer à celle du phosphore d'urine ou de l'ail ; lancer des aigrettes d'une matiere enflammée ; étinceller avec éclat ; picquer très-sensiblement le doigt ou toute autre partie du corps qu'on présente de près ; mettre le feu aux liqueurs ou aux vapeurs spiritueuses ; enfin communiquer à d'autres corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain temps, voilà les signes les plus ordinaires, d'après lesquels on a coutume de juger si un corps est actuellement électrique ; & sa vertu passe pour être d'autant plus forte, que chacun de ces phénomenes se manifeste davantage, ou qu'il a plus

de durée. Tout cela est suffisamment prouvé par toutes les expériences du premier & du second article.

XX. LEÇON.

En appuyant son jugement sur toutes ces preuves ensemble, on ne risquera pas de se tromper, pourvu que l'on considere l'Electricité, comme l'action d'une matiere à qui l'on fait prendre certain mouvement, non-seulement dans le corps que l'on frotte, ou sur lequel on fait agir les instruments d'Electricité, mais encore dans ceux qui l'environnent ou qui le touchent. Car ces effets extérieurs étant toujours l'action de la matiére électrique, on ne risquera rien de conclure que cette vertu est plus ou moins forte, quand on verra augmenter ou diminuer cette action même dans laquelle on la fait consister.

Equivoques dans bien des cas

MAIS si l'on regarde le corps frotté ou le conducteur isolé, comme l'unique agent des effets extérieurs, en vertu d'un certain état qu'on lui a fait prendre, & d'une matiere qu'il anime, ou qu'il transmet; & si, pour décider du degré de vertu qui appartient à ce corps, on se permet de

XX. LEÇON.

consulter, à son choix, quelqu'un des signes dont j'ai fait mention, en excluant les autres, je vois qu'il y aura bien des cas où l'on pourra porter un faux jugement; car je crois avoir bien prouvé, il y a plus de quinze ans (a), que tous ces phénomenes que l'on prend communément comme les marques d'une Electricité plus ou moins forte, peuvent s'augmenter ou s'affoiblir, quoique le globe & le conducteur isolé persévérent toujours dans le même état, ou du moins sans qu'on ait des raisons suffisantes pour croire qu'ils en aient changé: j'ai fait plus, j'ai prouvé la proposition suivante.

(*a*) *Mémoires* de l'Académie des Sciences 1747, *pag.* 103 *& suiv. Recherches* sur les Causes particulieres des Phénomenes électriques, *deuxieme Discours.*



XX. LEÇON.

PROPOSITION.

Un corps que l'on n'a nullement intention d'électriser, & que l'on regarde communément comme ne l'étant pas, fait quelquefois d'une maniere très-marquée, tout ce qui annonce une forte Electricité, attractions, répulsions, attouchement d'émanations invisibles, aigrettes lumineuses, étincelles, picqûres, inflammations, &c.

Je vais rapporter ici quelques-unes des expériences qui m'ont servi à prouver cette espece de paradoxe.

I. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Si l'on électrise un grand plat rempli d'eau, dans lequel ont ait mis flotter des petites boules de liege ou de verre soufflé;

EFFETS.

Tous ces petits corps électrisés par communication, sont attirés sensiblement par tout ce qui n'est point électrique, comme on sait qu'ils le seroient par un corps électrisé, s'ils ne l'étoient pas eux-mêmes.

XX. LEÇON.

II. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Laiſſez tomber ſur un tube électriſé, une petite feuille de métal; attendez un inſtant que la répulſion électrique l'en ait ſéparée, & entretenez-la flottante en l'air, en tenant le tube au-deſſous d'elle.

EFFETS.

Si vous préſentez le bout de votre doigt à ce petit corps ainſi ſuſpendu en l'air, vous pourrez remarquer que non-ſeulement il ſe jette avec précipitation ſur le doigt non électrique qu'on lui préſente, mais auſſi qu'il réjaillit immédiatement après de la même maniere, (quoique moins fortement), qu'il eſt repouſſé par le tube qui l'a électriſé : ce dernier effet eſt plus ſenſible, ſi au lieu de votre doigt, vous préſentez à la petite feuille un écu ou quelqu'autre morceau de métal au bout d'un bâton de cire d'Eſpagne.

III. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Que l'on ſuſpende avec un fil de ſoie,

soie, une grosse aiguille à coudre, entre deux timbres de métal, dont l'un soit électrisé par communication & l'autre non isolé.

Effets.

On verra l'aiguille aller perpétuellement de l'un à l'autre timbre, comme si elle étoit également attirée & repoussée par les deux; de sorte que si l'on ne le sait pas d'ailleurs, on aura peine à deviner par la seule inspection, lequel des deux reçoit l'Electricité du globe.

Reflexions.

Ces expériences & une infinité d'autres que je ne puis rapporter ici, prouvent donc qu'un corps, sans être directement électrisé, peut attirer & repousser les corps légers qu'on lui présente; & que ces mouvements alternatifs, qui sont de véritables signes d'Electricité, peuvent se montrer d'une maniere équivoque, & ne nous pas désigner à coup sûr le corps à qui la vertu électrique est communiquée immédiatement. On me dira

peut être, que la prétendue attraction du timbre non isolé sur l'aiguille, celle du doigt sur les boules flotantes, ou sur la petite feuille de métal suspendue en l'air, ne sont que des apparences trompeuses, & que la vertu qui produit ces mouvements, réside en réalité dans le petit corps qui se porte vers le doigt ou vers le timbre non électrique: semblable en cela à un petit aimant supendu au bout d'un fil, lequel se précipite sur une enclume, parce que cette grande masse de fer ne peut venir à lui.

Hé bien, quand cela seroit; quand je devrois considérer & le Magnétisme & l'Electricité comme deux vertus uniquement résidentes dans les sujets qu'elles qualifient, c'est-à-dire, la premiere dans la pierre d'aimant & dans le fer aimanté, & la seconde dans le corps frotté ou dans le conducteur isolé sur lequel on fait agir le globe; tout ce qui pourroit résulter de cette considération, qui ne convient gueres à la Physique d'aujourd'hui, c'est que les attractions & les répulsions, tant magnétiques qu'électriques, peuvent

nous tromper dans bien des occasions où il s'agit de décider entre deux corps, lequel possede réellement en soi la vertu qu'elles annoncent ; & c'est précisément ce que j'ai entrepris de prouver.

XX. LEÇON.

Mais je prétends faire plus ; après avoir montré précédemment que l'Electricité n'est autre chose qu'une certaine matiere en mouvement, & en continuant de considérer ses phénomenes comme les effets d'une cause vraiment méchanique, je me flatte de prouver solidement, tant par les expériences que je viens de citer, que par celles qui vont suivre, je me flatte, dis-je, de prouver que les corps non isolés qui sont exposés à l'action des corps électrisés, ne sont pas des êtres purement passifs vis-à-vis d'eux, mais qu'ils contribuent réellement & d'une maniere efficiente à toutes les apparences extérieures qui annoncent la vertu électrique.

IV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

J'électrise fortement par le moyen d'un globe de verre, une personne

XX. LEÇON.

qui ſe tient debout ſur un gâteau de réſine : en continuant de l'électriſer ainſi, je lui fais étendre la main qui ne touche point le globe, dans une ſituation verticale ; une autre perſonne qui n'eſt point iſolée de même, mais ſimplement debout ſur le plancher étendant le bras horizontalement, préſente un doigt vis-à-vis cette main à une diſtance de 7 à 8 pouces. Voyez *la Figure* 5.

EFFETS.

1°, Il ſort de ce doigt non iſolé une matiere inviſible qui fait contre la main électriſée un ſouffle très-ſenſible, & tout-à-fait ſemblable à celui qu'on a coutume de ſentir au-delà des aigrettes lumineuſes d'une barre de fer qu'on électriſe.

2°, Si l'on approche le doigt plus près de cette main électriſée comme à la diſtance de trois pouces ou un peu moins, cette matiere inviſible qui ne faiſoit qu'un ſouffle, s'enflamme alors avec une ſorte de bruiſſement, & ſe fait appercevoir ſous la forme d'une belle aigrette *B*, qui ne differe point de celles qu'on voit

briller au bout de la barre de fer qu'on électriſe, ſi ce n'eſt qu'elle ſouffre ordinairement quelques intermittences, & que ſes éruptions ſont accompagnées d'un plus grand bruit.

3°, En approchant le doigt encore plus près de la main électriſée, on voit l'aigrette lumineuſe dont je viens de parler, ſe reſſerrer & former un trait de feu fort vif *C*, qui éclate avec bruit & avec douleur de part & d'autre, comme il arrive en toute autre occaſion, quand on s'approche pour toucher un corps fortement électriſé.

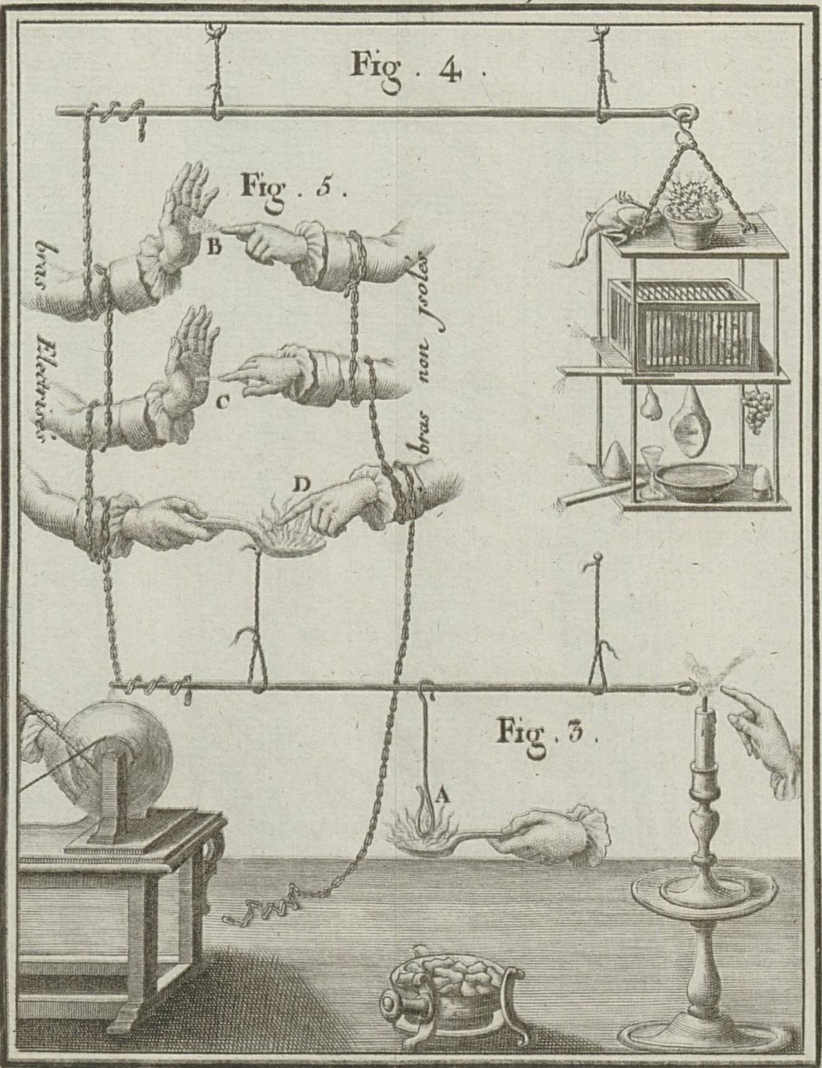
4°, Si la perſonne qui eſt ſur le gâteau de réſine, & que l'on continue d'électriſer, tient en ſa main une cuiller de métal pleine d'eſprit-de-vin un peu chauffé ſur des charbons ardents, l'autre perſonne qui n'eſt point iſolée y met le feu avec le bout de ſon doigt *D*, en le portant un peu bruſquement à quelques lignes de diſtance au-deſſus de la liqueur.

5°, L'aigrette de matiere enflammée, & le ſouffle dont nous avons fait mention dans les deux premiers

XX. LEÇON.

résultats, font sentir l'odeur de phosphore ou d'ail absolument de la même maniere que les extrémités d'un corps qu'on électrise pendant un certain temps par communication. Et l'on observe tous ces mêmes effets, si, au lieu du doigt, on présente le bout d'une verge de fer ou de quelqu'autre métal, à la main, au visage, & quelquefois aussi à tout autre endroit du corps de la personne qu'on électrise malgré l'interposition des habits.

On reconnoît donc par le détail de cette expérience, qu'il est des cas où l'on voit faire à un corps qui est considéré comme non électrique, tous les effets que l'on prend communément pour les signes les plus certains d'une Electricité bien décidée; de sorte qu'en pareille occasion si l'on appercevoit ces phénomenes par une porte ou par une fenêtre entr'ouverte, qui empêchât de découvrir l'appareil, & qui ne laissât voir que les effets, il seroit bien difficile, je pourrois dire impossible, de décider à coup sûr quel seroit celui des deux corps sur lequel agiroit im-



Gobin del. et Sculp.

médiatement le globe, & que l'on devroit regarder comme possédant en soi la vertu électrique, en supposant qu'on ne la dût reconnoître que dans l'un des deux seulement. Faisons voir maintenant que chacun de ces effets peut augmenter ou diminuer par certaines circonstances, & sans qu'on ait lieu de croire que le globe ni le conducteur ait changé d'état.

V. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electrisez un homme qui ait les deux mains libres, comme dans la *fig.* 6; qu'il en tienne une étendue au-dessus d'une platine de fer blanc *A*, sur laquelle on ait répandu des fragments très-menus de ces feuilles de cuivre dont les Vernisseurs se servent pour enjoliver leurs ouvrages, & que cela lui soit présenté par un autre homme non isolé; qu'il porte pareillement son autre main au-dessus d'un gâteau de résine *B*, ou d'un pain de cire bien uni sur lequel on ait répandu pareille quantité de ces mêmes fragments.

XX.
LEÇON.

Effets.

Quelque ſoin que l'on ait pris pour rendre ces petites feuilles de métal également légeres de part & d'autre, & quelque attention que l'on ait de tenir celles-ci & celles-là à égales diſtances de deux mains électriſées, on remarquera conſtamment que celles qui ſont poſées ſur le fer blanc, ſont attirées & repouſſées bien plus vivement que les autres; & que ſi on les tient à des diſtances inégales, ce ſont les premieres qui ſont attirées de plus loin.

On ne peut pas dire raiſonnablement que l'une des deux mains de la même perſonne reçoive du globe plus d'électricité que l'autre: au reſte il ſeroit aiſé de prouver que cela n'eſt pas, en faiſant changer de place au gâteau de cire, & à la feuille de fer blanc: il eſt viſible que la différence des effets vient uniquement de celle des ſupports, ſur leſquels on a mis les petites feuilles de métal; & nous en dirons la raiſon dans un autre endroit.

VI.

VI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Que l'on ſuſpende ſur la même ligne, & avec des fils de même longueur, 1°, une feuille de cuivre battu *C* (*fig.* 7.) qui ait environ 2 pouces de diametre; 2°, à quinze pouces de diſtance ſur la même ligne, un fragment d'une pareille feuille *E*, mais qui n'ait tout au plus qu'un demi-pouce de largeur; 3°, enfin une lame extrêmement mince de cire blanche *D*, de la même grandeur, & de la même figure que la plus grande des deux feuilles de métal. Qu'on préſente enſuite vis-à-vis de ces trois corps, & parallélement à la ligne dans laquelle ſont leurs centres, un tube de verre bien électriſé, comme on voit par la *Figure* 7.

EFFETS.

On verra preſque toujours la grande feuille de métal *C* ne faire qu'un petit mouvement vers le tube, tandis que la cire *D* paroît conſtamment attirée, & d'une maniere très-ſenſible; on remarquera auſſi que le

XX. LEÇON.

mouvement de la plus petite feuille de métal *E*, tant pour être attirée que pour être repoussée, sera bien plus vif que celui des deux autres corps.

Le même tube paroît donc plus électrique, si l'on en juge par les mouvements de la cire, que si l'on s'en rapporte à ceux qu'il imprime à la grande feuille de métal ; & les deux feuilles de cuivre qui ne different entr'elles que par la grandeur, indiquent encore des degrés d'Electricité fort différents.

VII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electrisez un tube de verre ou un globe, & communiquez avec l'un ou avec l'autre la vertu électrique à une barre de fer, ou à un tuyau de fer-blanc isolé ; comparez entr'elles les impressions que pourront faire sur la peau de votre visage les émanations invisibles de ces différents corps électrisés, pour savoir quelles sont les plus fortes, ou celles qui se font sentir à une plus grande distance.

Effets.

Il eſt certain qu'en faiſant cette comparaiſon de la maniere que je viens d'indiquer, vous trouverez les écoulements qui viennent du verre frotté, plus ſenſibles, & agiſſant de plus loin que ceux du conducteur iſolé.

Cependant vous pourrez obſerver en même temps que tous les autres ſignes d'Electricité ſont communément plus forts de la part du conducteur, que de la part du globe ou du tube; les aigrettes & les étincelles qui ſortent du verre, ne ſont pas comparables pour la grandeur, ni pour la force, à celles que donne la barre de fer iſolée; & ſi l'on veut produire de grands effets, c'eſt par l'Electricité communiquée qu'on y parvient, plutôt que par celle qu'on excite en frottant.

Les émanations électriques qui ſe font ſentir par leur choc contre la peau ou par leur odeur, & qui ſont aſſurément des ſignes d'Electricité bien certains, ne peuvent donc ſervir à déterminer ſon degré de force,

ſi les corps électriſés, que l'on compare entr'eux, ont acquis leur vertu par différents moyens, puiſque ces effets, comme on vient de le voir, ſont communément plus ou moins ſenſibles, ſelon la maniere dont un corps a acquis ſon Electricité, par frottement ou par communication. On verra même par des obſervations que je rapporterai ci-après, que ces émanations venant du même corps, peuvent ſe faire ſentir plus ou moins fortement dans certaines circonſtances qui ne change rien à l'état du corps électriſé, mais ſeulement à celui de l'Obſervateur qui les éprouve.

VIII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electriſez un conducteur qui ſoit un tuyau de fer-blanc de deux pouces de diametre ou environ, ſur 5 à 6 pieds de longueur, & ouvert de part & d'autre. Obſervez d'abord tous les ſignes d'Electricité qu'il donnera dans cet état; enſuite bouchez le bout qui eſt le plus reculé du

globe, avec une piece de métal solide, qui ſoit terminée en pointe courte & fort mouſſe, bien arrondie, & ſans aucun angle.

EFFETS.

Vous remarquerez infailliblement en multipliant les épreuves, que tous les autres ſignes d'Electricité ſubſiſtant à peu-près les mêmes dans les deux cas, les aigrettes qui paroiſſent au bout du conducteur dans le premier, ſont très-différentes de celles qu'on voit dans le ſecond; celles-ci fort groſſes, & fournies de rayons très-denſes, s'élancent avec bruit, & par intervalles; celles-là plus continues, reſſemblent à une frange de lumiere, plus rare, & d'un feu plus léger; de ſorte que ſi l'on n'avoit égard qu'aux aigrettes, on croiroit volontiers que la vertu électrique du conducteur eſt d'abord foible, & enſuite beaucoup plus forte.

Dans les intervalles de temps où les aigrettes ne paroiſſent pas au bout de la groſſe pointe, ou bien dans des circonſtances défavorables à la vertu électrique, ſi les aigrettes ne

XX. LEÇON.

paroiſſoient point du tout, on les fera naître en approchant le plat de la main de l'endroit où on les attend.

Ce dernier réſultat prouve encore que la proximité de certains corps peut faire paroître des aigrettes où il n'y en auroit pas, ou augmenter la grandeur & la force de celles qui ſeroient foibles, & le tout, ſans que les autres ſignes annoncent ni plus ni moins d'Electricité dans le conducteur ou dans le globe.

Et comme les étincelles ſont formées par des aigrettes dont les rayons ſe condenſent, & ſe réuniſſent en un ſeul trait de feu, on doit s'attendre que les mêmes cauſes qui augmentent celles-ci, rendront auſſi celles-là plus fortes & plus apparentes.

Quant à la douleur plus ou moins grande que les étincelles font ſentir, c'eſt encore une occaſion d'erreur pour quiconque ne voudra conſulter que ce ſigne d'Electricité; outre qu'il y a des perſonnes moins propres que d'autres à exciter ces feux, il peut arriver que la même, & avec le même doigt, les reſſente plus ou moins, parce qu'elle les aura reçus à quel-

que endroit de la peau plus ou moins ſenſible.

Reflexions.

Par les quatre premieres expériences de cet article, on voit que le corps non électriſé, ou réputé tel, produit vis-à-vis de celui qu'on électriſe tous les ſignes ordinaires d'Electricité: on voit par les quatre dernieres que tous ces phénomenes, lors même qu'ils ſont produits par un corps électriſé, ſont ſujets à des variations conſidérables, occaſionnées par des cauſes étrangeres: faut-il conclure delà que nous ne pouvons porter aucun jugement certain ſur le ſujet où réſide véritablement l'Electricité, ni ſur les différents degrés de force que cette vertu peut avoir? Ce ſeroit prendre un parti outré: je penſe que nous ferons plus ſagement, en réformant nos idées, ſi l'expérience nous y contraint, & en profitant des leçons qu'elle nous donne, pour ne point attribuer à la cauſe principale ce qui n'eſt dû qu'aux circonſtances.

Nous nous ſommes accoutumés à

XX. Leçon.

croire & à dire qu'un corps ne peut s'électriser qu'autant qu'il est isolé : en prenant cette regle au pied de la lettre, nous nous sommes accordés à nommer *non électrisé* ou *non électrique*, celui qui n'est point isolé, & sur lequel on ne fait point agir immédiatement le globe ou le tube de verre. Mais devons-nous maintenant appeller de ce nom, d'une maniere absolue & sans correctif, un corps à qui nous voyons faire presque tout ce qui annonce l'Electricité d'un conducteur isolé? L'homme de la quatrieme expérience qui est debout sur le plancher, est-il dans son état naturel quand il sort du bout de son doigt un souffle très-sensible, des aigrettes lumineuses, des étincelles qui éclatent avec bruit & avec douleur, &c? Peut-on dire que le sujet de ces phénomenes, universellement reconnus pour être des signes d'Electricité, ne soit point affecté de cette vertu?

Mais cet homme, me dira-t-on, ne produit ces effets que par le bout de son doigt, bien différent en cela des conducteurs isolés, dont l'Electricité se manifeste de toutes parts.

Je conviens de cette différence; j'avoue que l'homme dont il s'agit, n'eſt point électrique au point d'en donner des marques par toutes les parties de ſon corps; mais pour être électrique & pour en porter le nom, faut-il qu'il reſſemble de tout point à un conducteur iſolé: ſi cela étoit, on ne pourroit pas dire qu'on ſe fait électriſer quand on fait ſur ſoi-même l'expérience de Leyde; car celui qui reſſent la commotion, n'eſt point électrique à la maniere d'un conducteur iſolé.

Et d'ailleurs qui nous aſſurera que cet homme, qui ne montre des ſignes d'Electricité qu'au bout de ſon doigt, n'en donneroit point par toutes les autres parties de ſa perſonne, s'il étoit vis-à-vis d'un corps beaucoup plus électrique que ne le ſont nos conducteurs iſolés dans les cas ordinaires?

Pour moi, il me ſemble qu'on doit nommer *électrique*, ou regarder comme *électriſé*, tout corps en qui la matiere électrique produit quelque effet extraordinaire, tout corps qui devient le ſujet de quelque phénomene d'Electricité, ſauf à déclarer de

XX. LEÇON.

quelle maniere il a acquis cette qualité ; & en quoi ſon état differe de celui d'un autre corps autrement affecté de la même vertu.

Deux ſortes de Conducteurs ; les uns iſolés, les autres non iſolés.

SUR ce pied-là je diſtingue deux ſortes de conducteurs, les uns iſolés qui manifeſtent leur Electricité par toutes les parties de leur ſurface ; les autres non iſolés qui ne montrent la leur que par l'endroit le plus voiſin d'un corps électriſé par frottement ou par communication ; & je ferai voir dans la IIIe Section que la matiere électrique ſe meut eſſentiellement de la même maniere dans les uns comme dans les autres.

Carrillon électrique ; application qu'on en peut faire.

L'AIGUILLE ſuſpendue entre les deux timbres de la troiſieme expérience, produit un petit carrillon qui dure autant de temps que l'électriſation par laquelle elle eſt miſe en jeu : il eſt aiſé de voir, qu'en multipliant les timbres, & en variant à propos leurs dimenſions, un curieux qui prendra goût à cet amuſement en pourra faire réſonner un grand nombre avec le même globe, pluſieurs à la fois, ſi cela entre dans ſes vues, ou les uns après les autres,

en interrompant par des attouchements bien ménagés, l'Electricité de ceux qu'il voudra tenir en silence. En voilà assez, je pense, pour faire connoître tout le secret de cette jolie invention, & pour mettre sur la voie de l'éxécution : au reste on en a fait un livre ([a]) que l'on pourra consulter, si l'on veut de plus amples instructions.

XX. LEÇON.

On fera du carrillon électrique une application plus sérieuse, & peut-être plus utile, si l'on met l'appareil des timbres à portée de recevoir l'Electricité naturelle, je veux dire, celle qui regne quelquefois dans notre atmosphere, sur-tout aux approches des orages accompagnés de tonnerre ; car la nuit comme le jour on en sera averti par ces sons ; & leur fréquence plus ou moins grande, indiquera encore si cette Electricité est plus ou moins forte, plus ou moins dangéreuse. Voyez ma septieme Lettre sur l'Electricité, *Tom. I, pag.* 163 *& suiv.*

Electrometres.

Il seroit bien à souhaiter que nous

(*a*) Le Clavecin électrique, chez Guerin & Delatour, rue S. Jacques.

eussions quelqu'instrument propre ; non-seulement à nous indiquer si un corps est électrique, mais de combien il l'est plus qu'un autre, ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre temps, ou dans des circonstances différentes : ce seroit-là véritablement l'*Electrometre* que nous cherchons depuis long-temps, que quelques-uns se sont flatté d'avoir trouvé, mais que personne ne possede, pour dire les choses comme elles sont. Tout ce qu'on nous a offert, pour mesurer l'Electricité, ne vaut pas mieux que les deux bouts de fil qu'on laisse pendre à côté l'un de l'autre au corps qu'on électrise, & qui deviennent divergents entr'eux en devenant électriques avec le corps auquel ils tiennent ; l'angle plus ou moins ouvert, qu'ils forment en s'écartant l'un de l'autre, nous dit à peu-près ce que nous devons penser de leurs degrés d'Electricité comparés entr'eux, mais il nous laisse ignorer quelle est leur Electricité absolue.

Il y a plus ; c'est que si le conducteur est un assemblage de différents corps plus électrisables les uns

que les autres, ces deux fils pendants, nous feront bien remarquer qu'il y a dans l'un plus d'Electricité que dans un autre ; mais par cela même que les différentes parties du conducteur sont susceptibles de différents degrés de vertu, l'état de l'une ou de l'autre fût-il bien connu, nous laissera toujours très-incertain du degré d'Electricité qui appartient au globe d'où procede cette vertu.

Choix des supports pour isoler.

LA cinquieme expérience nous apprend combien le choix des supports est important, quand il s'agit d'apprécier l'action des corps électrisés sur les autres corps qu'on leur présente ; elle paroît d'autant plus forte que ces supports sont plus propres à s'électriser par communication. Cependant M. Dufay préféroit les appuis de verre ou de cire d'Espagne, pour poser les corps légers qu'il vouloit attirer ; mais il prenoit le précaution de les chauffer auparavant ; & j'ai observé que ces matieres, quand elles ont été présentées au feu, quoiqu'elles ne soient pas de la nature des conducteurs, ne laissent pas d'avoir avec eux quel-

que chose de commun, que j'expliquerai par la suite.

XX. LEÇON. Certains corps plus attirés & repoussés que d'autres.

LES corps électrisés attirent généralement toutes sortes de corps assez légers ou assez libres pour obéir à la matiere invisible qu'ils mettent en jeu; mais ils enlevent plus facilement les uns que les autres; il est certain qu'à volumes & poids égaux, une feuille de cuivre battu est attirée, & repoussée plus vivement & de plus loin qu'un morceau de papier; un ruban mouillé, mieux que le même ruban sec, quoique celui-ci soit plus léger, &c. Cela ne tient point à la couleur comme on l'avoit soupçonné, on s'en est assuré par des expériences décisives; il y a tout lieu de croire qu'il faut s'en prendre à la densité, qui étant plus grande dans le métal & dans le ruban mouillé, &c, met ces corps plus en prise à la cause impulsive qui les porte vers le corps électrisé, ou qui les en éloigne. La grandeur, la figure, le sens dans lequel le corps attirable se présente, sont encore des choses qui doivent entrer en considération; mais ce que j'ai à dire sur cela, s'entendra mieux

quand j'aurai fait connoître la cauſe premiere des attractions & des répulſions.

XX. LEÇON.

Tous les ſignes d'Electricité, dont j'ai fait mention dans cet article, ſubſiſtent autant de temps que l'on fait durer l'électriſation du conducteur iſolé; mais dès que l'on ceſſe de frotter le verre de qui il tient ſa vertu, les émanations ſenſibles, les aigrettes lumineuſes, l'odeur de phoſphore s'évanouiſſent preſque toujours, & il ne reſte que les attractions, les répulſions & les étincelles; & ces derniers ſignes ont coutume de durer plus long-temps quand le conducteur a beaucoup de maſſe & de ſurface, que quand il eſt menu, toutes choſes égales d'ailleurs: j'ai vu ſouvent des barres de fer peſant 60 ou 80 livres, attirer & étinceler plus de ſix heures après avoir été électriſés, parce qu'elles étoient demeurées iſolées, & que rien n'y avoit touché.

Durée de la vertu électrique dans les Conducteurs.

Les conducteurs qui gardent plus long-temps leur vertu électrique, la perdent auſſi plus difficilement, quand on veut la leur ôter par des

XX. LEÇON.

attouchements ; ceux dont je viens de faire mention produiſent ordinairement pluſieurs étincelles avant que d'être entiérement déſélectriſés ; il n'en faut le plus ſouvent qu'une pour avoir cet effet ſur les autres : on a vu des hommes électriſés dans des circonſtances favorables, mettre pied à terre, faire pluſieurs pas, remonter ſur leur gâteau de réſine, & paroître encore ſenſiblement électriques. Mais il faut convenir que cela eſt extraordinaire.

Le verre, comme nous l'avons dit, s'électriſe difficilement par communication ; mais quand on eſt parvenu à l'électriſer de cette maniere, on en obtient des effets dont les autres conducteurs ne ſont pas capables, & que j'aurai ſoin de faire connoître : il garde auſſi ſon Electricité plus long-temps qu'aucune autre matiere que l'on connoiſſe, ſoit qu'il l'ait acquiſe par frottement, ſoit par communication : ſouvent il en donne encore des marques très-ſenſibles au bout de 30 ou 36 heures.

Le verre électriſé de l'une ou de l'autre

l'autre maniere perd bien plus difficilement ſon Electricité que les conducteurs communs ; je ne parle pas ſeulement de la durée, mais de la ténacité, pour ainſi dire, avec laquelle la vertu électrique paroît réſider en lui : tirez une étincelle d'un homme électriſé, ou touchez ſeulement ſon habit avec le bout de votre doigt, en voilà aſſez pour lui enlever le pouvoir de donner aucun ſigne d'Electricité ; & ſi vous touchez pareillement un tube de verre nouvellement frotté, à peine déſélectriſerez-vous l'endroit qui aura éprouvé cet attouchement ; & ſi vous repoſez ces inſtruments ſur des corps électriſables & non iſolés, une heure ou deux après, vous pourrez les trouver encore en état d'attirer & de repouſſer très-ſenſiblemenr.

XX. LEÇON.

Durée de la vertu électrique dans le verre.

Le globe ou le tube de verre, quand on a ceſſé de le frotter, continue de lancer des émanations inviſibles, d'attirer & de repouſſer, d'étinceller vis-à-vis les corps qu'on lui préſente, s'ils ſont de nature à faire des conducteurs, de faire ſentir l'odeur de phoſphore ; mais il eſt rare qu'il

XX. LEÇON.

donne des aigrettes lumineuſes ; & les étincelles qu'il produit dans les cas ordinaires, ſont plus foibles & éclatent moins que celles qu'on excite autour d'un corps électriſé par communication.

Signes d'Electricité dans le vuide.

QUAND l'Electricité ſe porte dans le vuide, elle ſe manifeſte, comme dans le plein air, par des attractions & par des répulſions, à quelque différence près dont nous ferons mention dans la ſuite ; mais les feux qu'elle produit alors, different beaucoup des aigrettes & des étincelles ordinaires : les premieres n'ont point leurs rayons auſſi diſtincts ni auſſi divergents ; leur feu eſt plus ſerré, & devient, dans certaines occaſions, ſi diffus, qu'il remplit tout le récipient d'une lumiere à peu-près uniforme ; les dernieres, quand elles ont lieu, ſont comme foudroyantes, & vont aſſez ſouvent juſqu'à caſſer le vaiſſeau dans lequel elles éclatent.

L'Electricité communiquée ne differe point eſſentiellement de celle qu'on excite par le frottement.

ON voit par ces dernieres obſervations que l'Electricité eſt eſſentiellement la même, ſoit qu'on l'excite par frottement, ſoit qu'elle ſoit communiquée, puiſque dans l'un & dans

l'autre cas, elle s'annonce par des signes de la même nature, & qui ne different que par des plus ou par des moins. XX. LEÇON.

On doit remarquer aussi que tous ces effets que nous prenons pour des signes d'Electricité, sont toujours essentiellement les mêmes de la part des corps frottés, comme de la part des conducteurs proprement dits; cependant c'est par le moyen de ceux-ci qu'on doit agir, quand on cherche à produire les plus grands phénomenes: un tube ou un globe de verre, si bien frotté qu'il soit, ne fera jamais lui-même ce qu'il fait faire à une barre de fer isolée ou à un homme placé sur un gâteau de cire.



XX. Leçon.

II. SECTION.

Dans laquelle on expoſe ce que l'expérience a fait connoître de plus certain, & de plus propre à nous éclairer ſur la cauſe générale des Phénomenes électriques.

Je ne cherche pas ſeulement à rendre raiſon de tel ou tel fait en particulier : pluſieurs des phénomenes électriques s'expliquent viſiblement l'un par l'autre : l'Electricité, par exemple, ſe porte à 1200 pieds de diſtance par une corde de chanvre ; tandis qu'elle s'étend à peine à quelques pieds par une corde de ſoie : cette différence vient, comme on ſait, de ce que les corps les moins électriques par eux-mêmes ſont les plus propres à le devenir par communication ; & réciproquement. Une feuille de métal qui a touché un tube de verre nouvellement frotté, s'en éloigne enſuite conſtamment : on ſait que cela ſe fait ainſi, parce que

généralement tout corps électrisé par voie de communication, s'écarte, autant qu'il peut, de celui qui l'a mis en cet état, &c. Mais ces causes prochaines sont elles-mêmes les effets de quelque autre cause plus reculée & plus générale ; l'Electricité qui se manifeste par tant de phénomenes différents, doit venir primitivement de quelque principe unique, d'un méchanisme peut-être fort simple, que la nature dérobe à nos yeux, dont les effets se multiplient & varient sans cesse par des combinaisons de circonstances dont nous avons peine à démêler & à prévoir les suites.

C'est ce méchanisme secret qui picque depuis long-temps notre curiosité, que je me propose de dévoiler ici : plus j'ai desiré de le connoître, plus j'ai résolu de ne le point deviner au hazard ; je me suis défié de l'imagination toujours trop prompte à former des systêmes. Si j'ai laissé agir la mienne, ce n'a été que sur la liaison & les rapports que les faits pouvoient avoir entr'eux ; si j'ai essayé de deviner ce que je ne voyois pas, j'ai toujours

XX. Leçon.

eu ſoin que mes conjectures fuſſent fondées ſur ce que j'avois vu.

Je ne propoſerai rien que je ne cite les faits qui m'ont inſtruit, afin qu'on puiſſe juger ſi c'eſt à tort ou avec raiſon que je me ſuis déterminé à croire ce que j'avance.

PREMIERE PROPOSITION.

Cette matiere ſubtile qui ſe meut autour & au dedans des corps électriſés, & que nous nommons Matiere Electrique, n'a point un mouvement circulaire ou en forme de tourbillon, comme quelques Auteurs l'avoient penſé ; mais il paroît qu'elle s'élance en ligne droite, & qu'elle conſerve cette direction autant qu'elle peut.

Il y a des cas où la matiere électrique ſe montre à nos yeux ſous la forme d'un fluide lumineux ; & alors rien ne nous empêche de reconnoître comment elle affecte de ſe mouvoir : mais dans bien d'autres occaſions elle demeure inviſible ; & quoique, par ſes rayons apparents, elle nous indique d'une maniere aſſez

sûre la direction qu'elle suit lorsque nous ne la voyons plus ; cependant pour ne laisser sur cela aucune incertitude ni aucun doute, nous porterons nos recherches sur les émanations invisibles comme sur les autres, & nous prouverons que ni celles-ci ni celles-là ne circulent autour du corps qu'on électrise.

Principe de Méchanique.

IL faut, avant toutes choses, que l'on convienne avec moi de cette regle reçue de tous ceux qui se mêlent de Physique expérimentale, savoir, qu'un corps qui est choqué directement par un autre corps, au point d'en être déplacé, se meut dans la direction de celui qui l'a choqué ; d'où il suit nécessairement qu'on peut juger en toute sûreté du mouvement d'un corps qu'on ne voit pas, par la route qu'il fait prendre à celui qui est apparent : &, en effet, comment jugeons-nous de la direction du vent, si ce n'est par le mouvement des girouettes qu'il dirige, par celui des corps légers qu'il entraîne? Les courants de matiere magnétique, leur existance supposée, ne sont ils point admis par tous les Physiciens,

XX. LEÇON.

ciens, comme des causes dont on peut faire usage pour expliquer la direction de aimants?

Quand la matiere électrique sera visible, nous jugerons donc de ses mouvements par l'inspection de ses rayons : mais quand elle échappera à notre vue, nous aurons recours à nos autres sens, ou nous aurons égard à la maniere dont son action se fera sentir sur les autres corps. Je viens aux preuves de notre premiere proposition.

I. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Répandez sur une table de bois, ou encore mieux sur une feuille de fer-blanc, bien unie & bien seche, des corps légers de toutes especes, les uns plus petits que les autres, & présentez au-dessus un tube de verre bien électrisé, vous remarquerez ce qui suit.

EFFETS.

1°, Les plus petits corps, sur-tout ceux qui sont minces & tranchants

comme des fragments de feuille d'or ou de cuivre, s'élancent ſoit de la table au tube, ſoit du tube vers la table, preſque toujours en ligne droite.

2°, Ceux qui ont un peu plus de volume ou qui ſont d'une figure plus arrondie, comme les boulettes de cotton, les duvets de plume, &c, ſouffrent le plus ſouvent quelques détours; mais ces détours ſont irréguliers, tantôt à droite tantôt à gauche, & n'annoncent point du tout l'impulſion d'un fluide qui circule.

II. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Tenez d'une main un tube fortement électriſé, &, avec l'autre main, préſentez-lui un fil de ſoie ou de lin que vous tiendrez ſeulement par un bout.

EFFETS.

De quelque façon que vous teniez ce fil, vous obſerverez qu'il ſe dirigera toujours dans une ligne droite qui tend au tube, *F* (*fig.* 7).

XX. LEÇON.

Cette expérience ſe fait encore mieux, quand on préſente le fil, ou un ruban, à une barre de fer que l'on électriſe par le moyen d'un globe de verre.

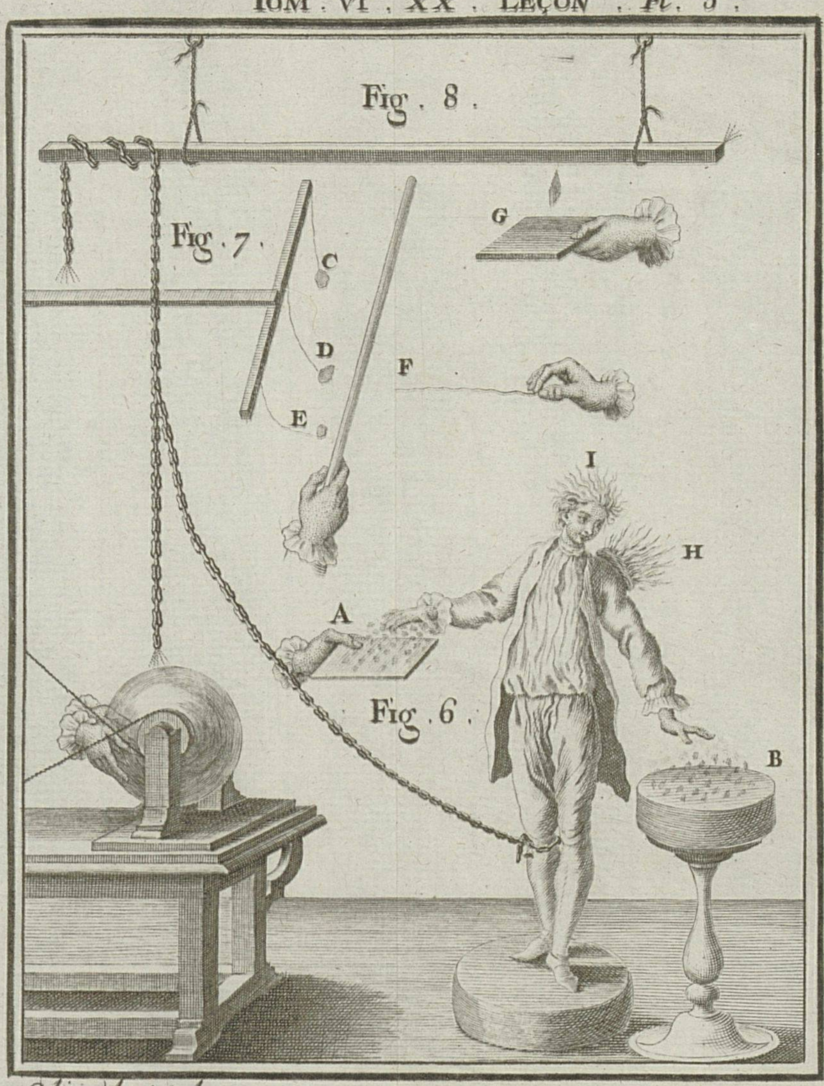
III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Sous une barre de fer ſuſpendue horizontalement & que l'on continue d'électriſer, préſentez une feuille d'or ou de cuivre qui ait environ un pouce & demi en quarré, préſentez-la par ſon tranchant, en la tenant ſur une aſſiette de métal, ou ſur une feuille de fer-blanc, ou bien ſur un carton mince ſous lequel vous tiendrez le doigt ou la main, *G* (*Fig.* 8).

EFFETS.

Vous verrez cette feuille de métal aller & venir entre ſon ſupport & la barre de fer; & avec un peu d'attention & d'habitude, vous parviendrez à la faire demeurer ſuſpendue à quelques pouces au-deſſous de la barre de fer; alors elle n'aura d'autre mouvement que celui de ſe promener,



Gobin del. et Sculp.

comme en ſautant le long de la barre électriſée.

OBSERVATIONS.

A juger des mouvements de la matiere électrique par ceux qu'elle imprime, & par ſes effets les plus conſtants & les plus réglés, il paroît donc qu'elle ne circule point, & que l'atmoſphere qu'elle forme autour du corps électriſé, n'eſt point un tourbillon proprement dit.

Quand je dis que la matiere électrique ſe meut en ligne droite, cela doit s'entendre de ſes mouvements libres, ſans obſtacles, & hors des circonſtances qui peuvent les déterminer d'un côté plus que de l'autre: c'eſt pourquoi, dans les expériences rapportées ci-deſſus, & dans beaucoup d'autres que l'on pourroit citer pour prouver la même propoſition, il faut conſidérer que ſouvent la peſanteur des corps attirés ou repouſſés, combinée avec l'impulſion de la matiere électrique, peut produire des mouvements en ligne courbe; mais ce qu'il y a de bien conſtant, c'eſt que toutes ces déviations ne

XX. Leçon.

montrent point une circulation, & qu'elles ſont auſſi variables que les cauſes fortuites à qui elles ſont dûes.

Il en eſt de même des mouvements de la matiere électrique, lorſqu'elle eſt apparente par ſa lumiere : les rayons des aigrettes, les traits de feu qu'ils forment en ſe réuniſſant pour étinceller, ſont naturellement droits ; mais le doigt ou un morceau de métal qu'on leur préſente, les détermine à ſe courber ; & avec tout cela cependant on ne voit jamais ces émanations lumineuſes tourner en forme de tourbillon, autour des corps qui les lancent ou qui les reçoivent. *Voyez* le 4e. & le 5e. réſultat. de la 2e. exp. du 1r. article.

SECONDE PROPOSITION.

La matiere électrique s'élance du corps électriſé, & ſe porte progreſſivement aux environs juſqu'à une certaine diſtance.

Il faut ſe rappeller ici les réſultats des deux premieres expériences rapportées dans le premier article de la premiere ſection ; ce ſouffle léger,

ces especes de filaments invisibles que l'on sent contre la peau, quand on présente le visage ou le revers de la main à un tube ou à un globe de verre nouvellement frotté ; ces aigrettes lumineuses qu'on voit sortir par les angles d'une barre de fer électrisée ; ces traits de feu qui éclatent & qui picquent le doigt de celui qui les excite ; tous ces signes d'Electricité prouvent d'une maniere incontestable que le fluide subtil qui rend les corps électriques, passe réellement du dedans au dehors de ces mêmes corps, & se répand autour d'eux jusqu'à une certaine distance : on aura preuve complette & surabondante de cette vérité, si l'on fait bien attention à ce qui résulte des expériences suivantes.

IV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Preuves de la matiere effluente.

ELECTRISEZ fortement une barre de fer isolée, (*fig.* 9), dont vous aurez mouillé la surface avec de l'eau ou avec de l'esprit-de-vin, & présentez-y le revers de la main *A*, comme pour

XX. LEÇON.

sentir les émanations invisibles dont nous avons fait mention plusieurs fois.

Effets.

Au lieu de ce souffle léger qui ressemble aux attouchements du cotton bien cardé, ou d'un duvet de plume extrêmement rare, vous sentirez un vent frais qui fait sur la peau l'impression d'une pluie très-fine & poussée avec force.

Cet effet ne prouve-t-il pas assez clairement que la liqueur dont on a mouillé la barre de fer, est emportée par la matiere électrique qui en sort, & qui étant armée, pour ainsi dire, de ces corpuscules étrangers, frappe avec plus de force que de coutume la main qu'on lui présente, & y fait sentir cette fraîcheur qui est propre aux fluides qui mouillent ?

V. EXPÉRIENCE.

Sur une barre de fer semblable à la précédente, mais bien essuyée & bien seche, répandez du son de farine ou du tabac grossiérement rappé, & que quelqu'un non isolé y

porte la main tandis qu'on commence à faire agir le globe, afin qu'elle ne s'électrise que dans l'instant où l'on voudra observer les effets.

EFFETS.

Dès que la barre de fer deviendra électrique, on verra le son ou le tabac qu'on aura mis dessus, s'élever en l'air comme s'il étoit soufflé par dessous, *B* (*fig. 9*).

Il est effectivement soufflé & enlevé par les émanations invisibles, mais très-sensibles, que l'on sent avec la main ou avec le visage autour de tous les conducteurs qu'on électrise; seroit-il raisonnable de méconnoître cette cause qui se présente si naturellement?

VI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Qu'on électrise fortement un homme isolé sur un gâteau de résine ou autrement; si cet homme porte ses cheveux ou une perruque sans pommade, il suffira qu'il reste découvert, sinon l'on pourra suppléer

XX. LEÇON.

à ſes cheveux par une poignée de filaſſe qu'on lui placera ſur la tête, ou qu'on lui attachera en quelque endroit. *Voyez I* ou *H* (*fig.* 6).

EFFETS.

A meſure que cet homme s'électriſera, vous verrez ſes cheveux ſe dreſſer en l'air en ſe tenant écartés les uns des autres; & vous rendrez cet effet encore plus ſenſible, ſi vous tenez votre main étendue, ou une plaque de métal à une diſtance de 7 à 8 pouces au-deſſus de lui.

Des cheveux qui ſe dreſſent ainſi, tandis qu'on électriſe, annoncent, on ne peut pas mieux, l'écoulement de la matiere qui les enfile, & qui les tient dans cette direction; & ſi vous en doutez encore, faites cette expérience dans un lieu privé de lumiere, & vous appercevrez ſouvent aux extrémités de ces cheveux hériſſés, des petites houpes lumineuſes qui ne peuvent être que l'effet de la matiere électrique qui s'enflamme en débouchant de ces petits canaux dans l'air extérieur.

OBSERVATIONS.

Je ne m'arrêterois pas davantage à

prouver ma ſeconde propoſition, ſi je voulois la reſtreindre au verre électriſé & aux conducteurs qui reçoivent de lui leur vertu ; premiérement, parce que tout le monde convient avec moi que de ces corps, quand on les électriſe, il ſort réellement une matiere qui ſe répand au dehors ; ſecondement, parce que je crois que cela eſt ſuffiſamment prouvé par les expériences que je viens de citer, pour toute perſonne qui ne cherche point à conteſter, mais ſeulement à s'inſtruire.

Mais je ne dois pas diſſimuler que j'ai contre moi quelques Auteurs qui ne veulent point convenir, en général, que tout corps électriſé lance hors de lui la matiere électrique; ils exceptent le ſoufre, la cire d'Eſpagne, la ſoie, & en général toutes les matieres que nous nommons *réſineuſes*, en parlant d'Electricité, prétendant que ces corps, quand ils ſont électriſés, bien loin d'avoir des émanations comme le verre & les conducteurs, ne font qu'en tirer des leurs ou des autres corps qui les environnent. Je ſuis donc obligé de pouſſer plus loin mes preuves, & de

XX. LEÇON.

montrer, contre la prétention de ces Messieurs, que les conducteurs électrisés par le soufre, par la cire d'Espagne, &c, ne different point essentiellement de ceux sur lesquels on fait agir le verre frotté, & que les uns comme les autres ont des écoulements réels de matiere électrique, qui se portent du dedans au dehors.

VII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

En la place d'un globe de verre ; mettez-en un de soufre, & électrisez, par un temps convenable, une verge plate de fer de deux ou trois lignes d'épaisseur & de quatre à cinq pieds de longueur, & répétez avec ce conducteur la 4e. & la 5e. expérience.

EFFETS.

Si l'Electricité est passablement forte, vous reconnoîtrez, en présentant la main, que la liqueur est enlevée de dessus la surface du fer, par l'électrisation du globe de soufre comme par celle du verre ; vous

verrez de même que le ſon de farine ou les autres poudres ſeront enlevées comme dans la 6e expérience, quoique peut-être avec moins de force. Voyez C, D (*fig.* 10).

VIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Electriſez avec le même globe de ſoufre une autre verge de fer, ou la même qui ſoit terminée en pointe menue, & regardez attentivement ou à la vue ſimple, ou avec un verre lenticulaire de 2 pouces de foyer, ce qui ſe paſſe au bout de ce conducteur, E (*fig.* 10).

EFFETS.

Vous y appercevrez un petit feu court, dont vous aurez peine à diſtinguer le mouvement à la vue ſimple; mais, avec le verre qui groſſit, vous verrez immanquablement que c'eſt une petite aigrette de matiere enflammée dont les rayons divergent & s'épanouiſſent, comme celles qu'on voit aux extrémités anguleuſes ou à la pointe F (*fig.* 9);

XX. LEÇON.

d'un conducteur électrisé par le verre; & auxquelles elle ressemble parfaitement, à cela près qu'elle est plus petite.

S'il vous reste des doutes sur la vraie direction des rayons de cette aigrette, si vous soupçonnez que ce puisse être une matiere qui entre dans la pointe plutôt qu'une matiere qui en sort, vous ferez cesser vos incertitudes en faisant les épreuves suivantes.

IX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Présentez à la pointe où paroît la petite aigrette, que d'autres appellent le point lumineux, une chandelle *G* (*fig.* 11) nouvellement éteinte, de maniere que le jet de fumée qui reste, passe à quelques lignes de distance vis-à-vis de cette même pointe.

EFFETS.

En répétant plusieurs fois cette épreuve, vous remarquerez qu'une grande partie de la fumée est chassée en avant, comme s'il sortoit un

ſouffle de la pointe vis-à-vis de laquelle on la fait paſſer.

Et véritablement il en ſort un petit vent que l'on ſent ſur la peau de la main quand l'Electricité eſt un peu forte, & à-peu-près comme on l'éprouve avec un pareil conducteur qui tient ſon Electricité du verre.

X. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut ajuſter à l'extrémité du conducteur des expériences précédentes, une pointe de métal *H* (*fig.* 11), qui ſoit creuſe, & au bout de laquelle il y ait un très-petit trou, de maniere qu'une liqueur, par ſon poids, n'en puiſſe ſortir que goutte à goutte; on pourra la faire de fer-blanc, & la charger d'eſprit-de-vin.

EFFETS.

Lorſque le globe de ſoufre électriſera le conducteur & le tuyau pointu qui le termine, la liqueur, qui tomboit goutte à goutte auparavant, s'écoulera avec une accélération très-ſenſible, & par pluſieurs petits jets continus & divergents qui repréſenteront une ſorte d'aigrette.

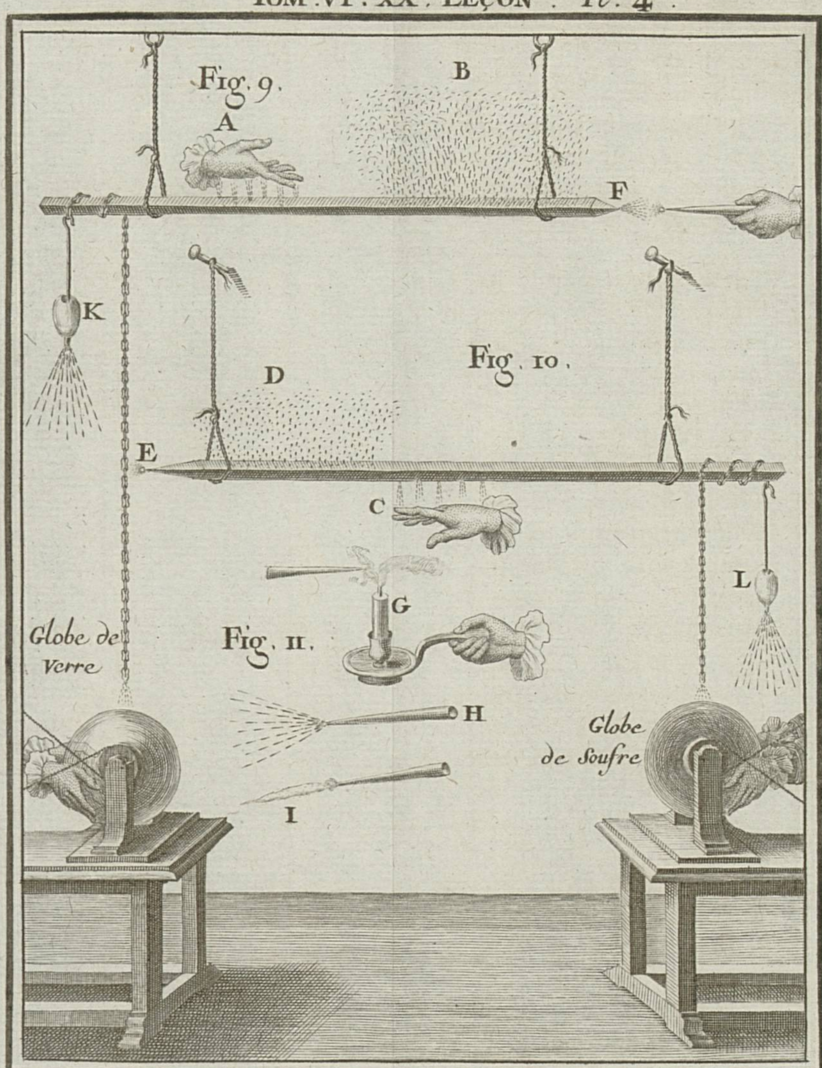
XX. LEÇON.

Et si avec une chandelle allumée, on met le feu à l'esprit-de-vin, on verra la flamme qui en naîtra, se porter en avant comme celle d'une bougie que l'on souffle avec un chalumeau *I* (*fig.* 11).

Reflexions.

Identité des feux électriques produits par le soufre, & de ceux qui sont produits par le verre.

LES dernieres expérieces que je viens de rapporter, & qui ont été vérifiées de la maniere la plus authentique, prouvent, ce me semble, incontestablement, que, d'un conducteur électrisé par le soufre, il émane une matiere fluide, capable d'impulsion & de s'enflammer; car elle se montre sous la forme d'aigrette lumineuse, & elle pousse en avant les liqueurs, la fumée, la flamme, les poussieres, &c. Je dis que ce fluide est la matiere électrique; & si l'on me le conteste, je demande qu'on m'apprenne donc ce que c'est que cette matiere qui ne paroît que par l'électrisation, qui produit les phénomenes de l'électricité, & qui ne differe point de celle que je vois aux conducteurs électrisés par le verre, d'où l'on convient qu'elle sort.


Fig. 9.
A
B
F
K
Fig. 10.
D
E
C
G
L
Globe de Verre
Fig. 11.
H
Globe de Soufre
I
Gobin del. et Sculp.

Les aigrettes, dit-on, que fait paroître le ſoufre au bout de ſes conducteurs, ſont toujours bien plus petites que celles des mêmes conducteurs électriſés par le verre.

Cela eſt vrai; mais qu'eſt-ce que cela fait à la nature de ces feux & à la direction de leurs mouvements? La flamme d'une très-petite bougie différe-t-elle par eſſence de celle d'un gros flambeau? La différence de leurs volumes met-elle quelqu'un en droit de le prétendre, non plus que d'aſſurer que l'une ſe meut en ſens contraire de l'autre?

On m'allegue qu'il y a des raiſons de convenance & d'analogie, qui menent à croire que les petits points de lumiere qu'on apperçoit à la pointe du conducteur électriſé par le ſoufre, ſont produits uniquement par une matiere qui entre, & non point par une matiere qui ſort.

Je ne connois point ces raiſons ſur leſquelles on prétend ſe fonder, ou ſi je les connois, je crois devoir les apprécier bien au-deſſous de ce qu'on veut les faire valoir; mais quelles qu'elles puiſſent être, ces

XX. LEÇON.

raisons de convenance & d'analogie peuvent-elles prévaloir contre des faits bien constatés & décisifs? Quand je vois sortir la matiere électrique d'un corps, quand je m'en suis assuré par des preuves sans réplique, quand vingt témoins capables d'en juger, & qui n'ont point à desirer que cela soit ou ne soit point, m'assurent que je ne me suis point trompé, & qu'ils voient ce que j'ai vu, dois-je préférer à cette évidence l'opinion de deux ou trois hommes qui s'obstinent à dire que je suis dans l'erreur, parce que, disent-ils, ce que je soutiens ne peut quadrer avec l'idée qu'ils se font faite de la vertu électrique?

Je persiste donc à croire & à dire, d'après les expériences rapportées ci-dessus, que, de tous les corps, sans exception, qui sont électrisés soit par le verre, soit par des matieres résineuses, il sort des jets de matiere électrique, tantôt visibles, tantôt invisibles, qui se portent en avant, soit dans l'air qui les environne, soit dans les autres corps qui les avoisinent.

Et comme ces émanations se font voir

voir ou ſentir de toutes parts autour des conducteurs, j'ajoute qu'elles débouchent en même temps par une infinité d'endroits, & qu'elles forment autour d'eux une atmoſphere de rayons droits & animés d'un mouvement progreſſif ; mais quoique ces jets de matiere effluente ſoient certainement en très-grand nombre, cependant je crois être en état de prouver la propoſition ſuivante. XX. LEÇON.

TROISIEME PROPOSITION.

La matiere qui ſort des corps électriſés, n'occupe qu'une partie des pores de leur ſurface, ceux apparemment qui ſont les plus ouverts & les plus propres à favoriſer ſes éruptions.

XI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Si l'on répete la 5e. Expérience, non pas avec du ſon de farine ni avec du tabac rappé, mais avec de la poudre à poudrer les cheveux, que l'on aura tamiſée ou fait tomber avec une houppe ſur le conducteur, on remarquera les effets ſuivants.

XX. LEÇON.

Effets.

1°, Dès que la barre de fer devient électrique, la plus grande partie de la poudre s'éleve en l'air & se dissipe.

2°, Mais il en reste sur la surface du fer électrisé une infinité de petites parties qui ne s'en vont point, quoique l'on continue de frotter le globe.

3°, Cependant cette portion de poudre est de nature à être enlevée comme la premiere; car si on la ramasse sur quelque endroit du conducteur, la plus grande quantité partira, & il en restera encore, dans ce même endroit, une portion qui ne sera pas enlevée. Comme les parcelles de poudre qui sont enlevées de dessus le conducteur, nous indiquent les endroits par où s'élance la matiere électrique qui les chasse, celles qui restent, nous donnent à penser qu'elles reposent sur des places d'où il ne sort rien ; car toutes les parties de la poudre étant également mobiles, on doit croire que celles qui restent en repos, ne sont point en prise à la cause impulsive qui fait partir les autres. Or quoique les endroits dé-

couverts par les parties enlevées, ſoient en très-grand nombre, & fort près les uns des autres ; quand on conſidere la prodigieuſe quantité de pores qui doivent être ouverts à la ſurface du fer, on conçoit aiſément que la portion de poudre expulſée par les effluences de la matiere électrique, n'en pouvoit couvrir qu'une portion aſſez médiocre ; & il n'eſt pas vraiſemblable que ce qui reſte de cette poudre ſur le conducteur, tandis que l'on continue de l'électriſer, ne repoſe préciſément que ſur des parties ſolides du fer, d'où l'on peut conclure légitimement, comme je l'ai énoncé dans la propoſition, que la matiere électrique, en ſortant des corps électriſés, n'occupe qu'une partie de leurs pores, qui n'eſt pas même la plus grande.

QUATRIEME PROPOSITION.

La matiere électrique ſort du corps électriſé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entr'eux.

On a pu remarquer dans les

XX. LEÇON.

expériences de la ſection précédente ; que toutes les fois que la matiere électrique s'enflamme d'elle-même en ſortant par les extrémités ou par les angles d'un conducteur électriſé, & qu'elle devient par-là ſenſible à la vue, elle ſe préſente toujours ſous la forme de bouquets épanouis, ou d'aigrettes composées de rayons diſtincts, & qui vont en s'écartant de plus en plus les uns des autres. Mais on pourroit peut-être imaginer que les effluences de matiere électrique ne prennent cette forme qu'aux extrémités ou aux angles des conducteurs où elles s'enflamment communément ; & que, partout ailleurs, chaque émiſſion n'eſt que d'un ſeul jet : il faut donc faire voir que la matiere électrique, de quelque endroit du conducteur qu'elle émane, ſoit qu'elle devienne lumineuſe & apparente, ſoit qu'elle demeure inviſible, ſe diviſe preſque toujours en pluſieurs rayons qui vont en s'écartant les uns des autres, comme ceux d'une aigrette.

XII. EXPÉRIENCE.

XX. LEÇON.

PREPARATION.

Il faut électriser dans l'obscurité une barre de fer, sur toute la longueur de laquelle on aura parsemé des petites gouttes d'eau.

EFFETS.

En promenant la main d'un bout à l'autre du conducteur & à quelques pouces de distances de sa surface, on verra sortir de toutes les gouttes d'eau autant d'aigrettes bien enflammées & bien épanouies, qui feront sur la peau l'impression d'un vent frais & humide. *Voyez* les *fig.* 9 & 10.

XIII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Après avoir bien essuyé & séché la barre de fer de l'expérience précédente, que l'on arrange sur toute sa longueur plusieurs petits tas de son de farine, ou de cette rapure de bois qu'on met sur l'écriture.

XX. LEÇON.

EFFETS.

Dès que cette barre deviendra électrique, tout ce qui aura été mis dessus, sera enlevé comme dans la 5e. expérience ; mais ce qu'il faut bien remarquer dans celle-ci, c'est que les poussieres forment toujours, en s'élevant, une espece de gerbe qui indique visiblement que la matiere invisible qui les chasse, s'épanouit de la même maniere. *Voyez* les *fig.* 9 & 10 aux lettres *B*, *D*.

XIV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Au lieu des tas de poussieres, que l'on mette, toujours sur la même barre, autant de petits vases qu'on voudra remplis d'eau, & percés par en bas de maniere que l'écoulement ne se fasse naturellement que goutte à goutte. Ces vases pourront être, si l'on veut, des coques d'œufs, suspendues comme *K* (*fig.* 9), & *L* (*fig.* 10), au conducteur avec des fils de fer, & auxquelles on aura adapté par en bas un bout de tube capillaire avec un peu de cire d'Espagne.

XX. LEÇON.

Effets.

Aussi-tôt que le conducteur & ses petits vases deviendront électriques, on verra tous ces écoulements, qui n'alloient que goutte à goutte, s'accélérer, & chacun d'eux se diviser en plusieurs petits jets divergents, & formant entr'eux une aigrette d'eau.

Personne ne doutera que ces écoulements ne soient accélérés par l'impulsion de la matiere électrique qui sort avec l'eau par le tube capillaire, & qui augmente, par son mouvement précipité, l'effet du poids qui entraîne la liqueur; mais, pour s'assurer que la division & l'épanouissement des petits jets sont encore l'ouvrage de la matiere électrique qui les enfile, on observera que chacun d'eux est électrisé; car il se plie vers les corps non isolés, & étincelle contre eux; & l'on verra de plus, quand l'eau sera toute écoulée, la matiere électrique en forme d'aigrette au bout du tube où commençoit l'écoulement.

Ces écoulements d'eau électrisés, quand ils se font un peu en grand &

XX. LEÇON.

dans l'obſcurité, ont un effet admirable. Il faut ſuſpendre au bout d'un conducteur, un de ces vaſes de fer-blanc terminés en pointe, dont on ſe ſert pour arroſer les planchers avant que de les balayer: ſi l'eau, en s'écoulant par ſon propre poids, ne forme qu'un jet de la groſſeur d'une petite plume à écrire; lorſqu'elle ſera électriſée, elle ſe diviſera en une infinité de jets divergents, tous électriques & capables d'étinceler; & à l'endroit de leurs diviſions, on verra briller huit ou dix aigrettes de matiere enflammée, arrangées autour de la colonne d'eau, & formant une eſpece de goupillon de lumiere. *Voyez* mes *Recherches* ſur la cauſe particuliere des phénomenes électriques, 5e *Diſcours*, p. 343, Pl. I (*fig.* 1.).



CINQUIEME

CINQUIEME PROPOSITION.

XX. LEÇON.

Tous les corps qu'on électriſe ſoit par frottement, ſoit par communication, reçoivent, ou de l'air environnant, ou des autres corps voiſins, une matiere tout-à-fait ſemblable à celle qu'ils lancent autour d'eux.

De tous ceux qui ont écrit ſur l'électricité, il n'y a perſonne qui ne convienne avec moi que le ſoufre, la cire d'Eſpagne & les matieres réſineuſes, quand on les frotte, ne reçoivent la matiere électrique ou des corps voiſins, ou de l'air ambiant; mais quelques Auteurs ſoutiennent qu'il n'en eſt pas de même du verre, qui, ſelon eux, n'en reçoit uniquement que du corps qui le frotte, & nullement de l'air ni des autres ſubſtances, qui l'approchent, iſolées ou non; c'eſt donc par des expériences faites avec du verre, que je dois préférablement prouver ma propoſition, puiſque c'eſt le ſeul point ſur lequel il reſte encore quelque conteſtation.

XX. LEÇON.

XV. EXPERIENCE

PREPARATION.

Preuves de la matiere électrique affluente au verre électrisé.

TANDIS qu'une personne non isolée électrise un globe de verre avec ses mains, si l'on présente vers l'équateur de ce globe à cinq ou six lignes de distance de sa surface, tels corps que l'on voudra comme *A*, ou *B* (*fig.* 12) pourvu qu'il ne soit pas de ceux qui ne s'électrisent que par frottement, on voit infailliblement les effets suivants.

EFFETS.

1°, On voit entre le corps que l'on présente & la surface du verre, des petites gerbes ou des franges d'une matiere enflammée.

2°, Les rayons qui composent ces feux, sont animés d'un mouvement progressif & si rapide, qu'il est souvent accompagné d'un petit bruissement.

3°, Ces feux sont plus serrés, plus animés, plus forts du côté du corps qu'on présente au verre, & vont toujours en se raréfiant & s'affoiblissant, à mesure qu'ils approchent de celui-ci,

Reflexions.

Ces effets bien conſidérés & revus mille & mille fois depuis trente ans que j'électriſe, me font dire avec confiance, que ces franges ou aigrettes lumineuſes ſont des courants de matiere électrique qui coulent de ces corps que l'on préſente, vers le globe que l'on frotte: cela me paroît d'une telle évidence, que je m'en rapporterois volontiers aux yeux de tous ceux qui en voudront juger par eux-mêmes en ſe faiſant repréſenter l'expérience que je viens de citer: mais le fait dont il s'agit ici eſt contraire à un ſyſtême d'Electricité, que quelques perſonnes s'efforcent encore de ſoutenir; on me le nie ſans façon, en aſſurant que les franges lumineuſes de notre expérience ont une direction toute oppoſée à celle que je leur attribue, & qu'elles ſont uniquement compoſées de la matiere électrique qui ſort du globe, pour ſe jetter dans les corps que l'on met à ſa portée.

Que puis-je faire de mieux en faveur du Lecteur qui ne ſera point

XX. LEÇON.

à portée d'examiner les effets par lui-même, que d'opposer à la prétention de deux personnes qui ne sont point de mon avis, le témoignage unanime de tous les Auteurs qui se sont le plus distingués dans cette partie de la Physique ? C'est une maxime reçue parmi nous, que les raisons valent mieux que des autorités ; mais les autorités sont des raisons quand il s'agit de faits à vérifier.

M. Wilson, dans un Ouvrage imprimé en Anglois en 1746, après avoir expliqué quelques phénomenes électriques, continuent ainsi, suivant une Traduction que je tiens d'une main non supecte : « On expliquera de la même maniere, une » autre expérience faite dans une » chambre obscure, savoir, *la lumiere* » *divergente qui sort d'un corps non* » *électrique, tendant au globe de verre* » *qu'on électrise* ».

M. Waitz, dans sa Dissertation, qui a remporté le prix de Berlin en 1745 : « Si l'on fait tourner rapide» ment, dit-il, un globe de verre ou de » porcelaine, & qu'on le frotte avec

»un coussin, il s'électrisera; & alors, »*si l'on approche de sa surface, le doigt,* »*ou un morceau de métal, on verra* »*sortir de ces corps plusieurs ruisseaux* »*de feu qui feront entendre une sorte de* »*sifflement.*» Trad. de l'Allemand.

XX. LEÇON.

Dans un Ouvrage de M. Winkler, imprimé à Leypsik en 1746, & intitulé : *De la vertu électrique de l'eau électrisée dans des vases de verre*, on lit ce qui suit: « Quand on approche le »bout du doigt ou un morceau de »métal d'un vaisseau de verre, plein »d'eau qu'on électrise, on voit, »même pendant le jour, *une lumiere* »*qui s'écoule de ces corps* ».

M. Watson, dans le Mémoire qui a pour titre : *Suite des expériences & observations, pour servir à l'explication de la nature & des propriétés de l'Electricité*, s'exprime ainsi : « Le courant »de matiere électrique, *qui va des* »*corps non électrisés à ceux qui le sont*, »devient sensible au tact ; on le sent »comme le souffle d'un vent frais ».

M. Boze, dans son 3e Mémoire intitulé : *De Electricitate inflammante & beatificante*, imprimé en 1744, parle en ces termes : « *Globus è contra*

XX. LEÇON.

» *cuſpidibus manus tangitur ; ibi in loco* » *obſcuro attentè adhibeas oculos ; vi-* » *debis , non totam digitorum lucere* » *extremitatem quæ immediatè à globo* » *raditur, ſed eſſe fluxum punctulorum ,* » *filorum quaſi ſubtilium decem , viginti* » *in cute orientium* ».

Voici de quelle maniere s'exprimoit le feu P. Gordon dans ſes Eléments de Phyſique expérimentale, p. 252 : *Si digitus aut aliud corpus propius accedat corpori giranti , è corpore illo admoto lux versùs corpus electricum quaſi erumpere & cum ſtridore & ſibilo in illud ferri obſervatur.*

Dans une Diſſertation du P. Beraud, couronnée par l'Académie de Bordeaux en 1748, on lit ces paroles : « Si on électriſe fortement » un globe de verre, & qu'on ap» proche de ce globe, à la diſtance » de trois ou quatre lignes, un mor» ceau de métal, le bout du doigt » &c , *on voit auſſi-tôt jaillir de ces* » *corps, des traits de flamme*, par la » raiſon que j'ai dite dans l'article » précédent ».

Le feu P. Garo, Minime & Profeſſeur de Phyſique expérimentale à

Turin, dans une Lettre imprimée en 1753, repréſentoit ceci au P. Beccaria des Ecoles pies, & ſon Succeſſeur : « Eſſendo al bujo accoſterete » un dito al vetro ſtropicciato, chia» ramente vedrete la lucente elet» trica materia portaſi continua» mente dall' voſtro dito al vetro ».

Il parut à Veniſe, en 1746, un Ouvrage anonyme, mais de bonne main, intitulé : *dell Ellettriciſmo.* On y lit, p. 310 : « Se dunque ad una » palla di vetro che ſi fa girare dalla » machina, quando s'avvicina un » dito, eſce prima adeſſa una colonna » di luce che s'alza colla punta d'alla » ſuperficie della palla, per toccar » la colonna lucente che gli vien in » contro, &c».

A toutes ces citations qui n'ont pas beſoin de commentaires, puiſqu'elles contiennent formellement l'énoncé de ma propoſition par rapport au verre électriſé, je pourrois joindre les témoignages de MM. Hauxbée, Jallabert, du Tour, le Cat, de Romas, &c ; mais je m'en abſtiens pour abréger, & je finis par un certificat qui fera connoître que j'ai pris toutes les

XX. LEÇON.

précautions que j'ai pu imaginer, pour ne me point tromper sur le fait que je soutiens ici.

Extrait des Registres de l'Académie Royale des Sciences.

Du 23 Août 1752.

« M. l'Abbé Nollet ayant demandé » des Commissaires pour être témoins » de plusieurs expériences qu'il avoit » faites concernant l'Electricité, l'A» cadémie nomma MM. Bouguer, de » Montigny, de Courtivron, Dalem» bert & le Roy, qui ayant été pré» sents aux expériences contenues au » Journal qu'il en a lu, attesterent una» nimement que les résultats leur » avoient paru tels que M. l'Abbé » Nollet les a énoncés; en foi de quoi » j'ai signé le présent certificat, après » avoir paraphé le Journal dont il s'agit. » A Paris, le 2 Septembre 1752 ».

Signé GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secretaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

Or le journal dont il s'agit dans ce Certificat, est celui qui est imprimé

à la fin du premier vol. de mes Lettres sur l'Electricité ; voici ce que contient l'article 21. » Un homme s'électrisa sur un gâteau de résine, en » tenant dans sa main la bouteille » de Leyde, tandis qu'on tiroit des » étincelles de son crochet : cet » homme, en cet état, présenta ses » doigts à un demi-pouce près du » globe de verre que l'on frottoit, » *& l'on en vit couler des jets de feu* » *continus, comme il arrive à ceux qui ne* » *sont point électrisés* ».

En concluant de toutes ces preuves ; que le verre & en général tous les corps électrisés par frottement, reçoivent la matiere électrique de tous les autres corps qui sont près d'eux, il ne faut point oublier la restriction que j'ai mise à ma proposition, en excluant toutes les substances qui ne sont pas propres à être *conducteurs ;* en effet, le verre, le soufre, la cire d'Espagne, les résines &c, quand on les présente au globe ou au tube électrisé, ne font voir que peu ou point du tout de ces feux dont nous avons fait mention dans les résultats de la derniere expérience,

XX. LEÇON.

& ils n'en produiſent pas davantage quand on les met vis-à-vis des conducteurs iſolés que l'on électriſe.

XVI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut répéter ici la 4ᵉ expérience du 3ᵉ article de la ſection précédente, dont l'appareil eſt repréſenté par la *fig.* 5ᵉ, obſerver de nouveau tous les réſultats dont j'ai fait mention avec quelques circonſtances que je vais y ajouter.

EFFETS.

1°, La matiere électrique qui ſort du doigt de la perſonne non iſolée, s'annonce d'une maniere non équivoque par le petit ſouffle qui ſe fait ſentir à la main de la perſonne qu'on électriſe.

2°, Par les rayons de matiere lumineuſe qu'on voit ſortir de ce même doigt, & qui deviennent ſouvent aſſez forts & aſſez alongés pour former une aigrette,

3°, Par les traits de feu qu'il lance en avant, quand il eſt à une certaine

proximité de la main électriſée. Et ſi l'on a peine à décider duquel des deux corps vient le trait de feu, à cauſe de ſa prompte éruption, on pourra ſubſtituer au doigt non iſolé une pointe de métal un peu fine ; par ce moyen, l'étincelle ſera plus petite, mais on la verra très-diſtinctement partir de la pointe.

4°, Par l'inflammation de l'eſprit-de-vin; car ſi l'on imaginoit que le doigt non iſolé ne contribue en rien à cet effet, qu'il ne fournit rien du feu qui éclate, on pourroit aiſément ſe détromper, en lui ſubſtituant un bâton de cire d'Eſpagne, qui certainement n'enflammera pas la liqueur comme lui.

5°, Par l'odeur de phoſphore que le corps non iſolé répand quelquefois, lorſque la vertu électrique eſt excitée à un certain degré; car cette odeur reſſemble parfaitement à celle des aigrettes qui partent des conducteurs qu'on électriſe.

6°, Enfin, au lieu du doigt d'un homme non iſolé, on peut préſenter à la main électriſée tel corps que l'on voudra, pourvu qu'il ſoit de la claſſe

XX. LEÇON.

de ceux qu'on appelle *Conducteurs*; parce qu'ils s'électrisent mieux par communication que par frottement: & l'on obtiendra de même tous les effets dont je viens de faire mention, avec la seule différence du plus ou du moins, les uns étant plus ou moins propres que les autres à fournir la matiere électrique au corps isolé, sur lequel ont fait agir le globe.

OBSERVATIONS.

Lorsque la matiere électrique se rend sensible comme dans l'expérience que je viens de rapporter, on peut juger immédiatement de son existence & de ses mouvements : mais quand elle n'est ni assez abondante ni assez animée pour se faire sentir par elle-même, c'est dans ses effets que nous devons l'étudier. Nous voyons des écoulements lumineux aux extrémités, aux pointes, ou aux angles d'une barre de fer qu'on électrise, & nous concluons en toute sûreté que la matiere électrique sort & se dissipe par-là. Nous voulons savoir ensuite si cette barre électrisée n'auroit point aux autres en-

droits de ſa ſurface, des émanations de cette même matiere, mais moins animées, & que nos yeux ne peuvent appercevoir; & d'une voix unanime, nous décidons qu'il y en a, parce que tous les corps légers qu'on place deſſus, ſont enlevés dans l'inſtant même qu'elle devient électrique.

XX. LEÇON.

Or, quand je vois de pareils corps ſe précipiter de toutes parts, ſur cette même barre, tandis que l'on continue de l'électriſer, ne puis-je pas dire avec autant de raiſon, qu'ils me décélent la préſence & l'action d'une matiere inviſible qui vient des corps voiſins ou de l'air ambiant, à la barre de fer électriſée; ſur-tout quand je ſai d'ailleurs que tous ces corps qui avoiſinent celui qu'on électriſe, étant rapprochés davantage, lui lancent d'une maniere très-apparente des torrents de matiere électrique?

Et comme ces attractions apparentes, ou plutôt ces appulſions des corps légers au corps électriſé, ſe font en toutes ſortes de ſens, nous avons tout lieu de penſer que cette matiere inviſible qui vient de toutes parts au corps électriſé, au travers

XX. LEÇON.

de l'air qui l'entoure, forme autour de lui une infinité de rayons convergents dont il eſt comme le terme commun.

SIXIEME PROPOSITION.

Tout corps électriſé par frottement, ou tout conducteur iſolé qu'on électriſe, a autour de lui une atmoſphere de ce fluide qu'on nomme matiere électrique, dont les rayons animés d'un mouvement progreſſif, vont en deux ſens oppoſés, les uns partant du corps électriſé pour ſe porter aux environs, les autres venant à lui, de l'air ou des autres corps qui ſont autour de lui.

Cette propoſition a deux membres que j'ai déja prouvés l'un après l'autre; j'ai fait voir d'une part, que la matiere électrique ſort du corps qu'on électriſe, en forme de rayons divergents, & que ces effluences ou émanations continuent autant de temps que dure l'Electricité; d'un autre côté, j'ai établi par des expériences concluantes, que l'air & les autres ſubſtances qui ſont aux environs & à une certaine proximité,

fourniſſent à ce même corps une matiere ſemblable à celle qu'il perd, & que cet effet commence & ceſſe avec la vertu électrique; mais ce que j'ai ſpécialement en vue préſentement, c'eſt de faire voir, par des preuves & par des raiſons inconteſtables, la ſimultanéïté de ces deux effets, laquelle eſt de la plus grande importance dans cette matiere, & que j'ai peine à faire goûter à des gens prévenus pour certains ſyſtêmes qui ne peuvent quadrer avec ce fait.

XVII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Preuves de la ſimultanéïté des deux courants de matiere électrique.

ELECTRISEZ bien un tube de verre & une barre de fer iſolée convenablement; préſentez ſous l'un & ſous l'autre des fragments de feuilles d'or ou de cuivre, placés ſur une table de bois bien unie & bien eſſuyée, comme dans la 1ere expérience, & examinez bien attentivement comment ſe font les attractions & répulſions.

EFFETS.

En répétant cette expérience

XX. Leçon.

plusieurs fois & en différents temps, vous reconnoîtrez infailliblement que le même côté & les mêmes endroits du corps électrisé attirent & repoussent en même temps, je ne dis pas le même corpuscule, cela implique contradiction, mais plusieurs d'entr'eux placés à côté les uns des autres, de maniere que vous verrez descendre les uns, tandis que les autres monteront au tube ou à la barre de fer.

Si ces petits corps se meuvent en vertu de la matiere électrique qui les pousse, il faut bien que cette matiere se meuve elle-même en deux sens opposés, puisqu'elle fait monter les uns & descendre les autres; & ces mouvements contraires ayant lieu en même temps, on doit convenir que les deux portions de matiere électrique qui les produisent, agissent en même temps avec des directions opposées.

XVIII. Experience.

Preparation.

Laissez tomber sur un tube de verre électrisé, une petite feuille de métal,

métal, ou un duvet de plume, & attendez que ce petit corps soit repoussé en l'air, & y demeure flottant au-dessus du tube, comme dans la seconde exp. du 3e article de la 1ere section.

EFFETS.

Pendant tout le temps que le tube, par sa répulsion, soutiendra la petite feuille de métal à plus d'un pied de distance au-dessus de lui, ce même tube ne cessera d'attirer d'autres corps, à quelque endroit de sa surface que vous les présentiez. Voyez la *fig.* 13.

Voilà donc encore des attractions & des répulsions simultanées, qui indiquent clairement que la matiere électrique agit en même temps en deux sens opposés autour du même corps électrisé.

XIX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Répétez la 4e & la 5e expériences de cette section, & présentez tel corps que vous voudrez & à quelque

XX. LEÇON.

endroit que ce ſoit de la barre de fer qui ſert de conducteur.

Effets.

Vous obſerverez qu'il y aura attraction par tout, tandis que la liqueur ou le ſon de farine ſera enlevé. (*fig* 14).

Remarquez de plus que les parties les plus menues du ſon, qui reſtent comme fixées ſur la barre de fer, ont bien l'air d'y être retenues par des filets de matiere électrique affluente, qui percent ces petits corps pour rentrer dans le fer; car il n'eſt gueres poſſible d'imaginer qu'ils repoſent tous ſur des parties ſolides du métal, & qu'il n'y en ait pas un grand nombre à l'embouchure de ſes pores.

XX. Expérience.

Preparation.

Préparez cette expérience comme la 14e, & qu'une perſonne non iſolée prenant en ſa main un petit vaſe plein d'eau, & garni tout autour de petits tubes, par leſquels la liqueur s'écoule goutte à goutte, le préſente ſucceſſivement à tous ceux

qui sont électrisés sur le conducteur.

Effets.

Vous verrez, 1°, que l'écoulement du petit vaisseau non isolé *C*, (*fig.* 15) s'accélérera & se divisera en plusieurs petits jets divergents, comme ceux qui tiennent au conducteur.

2°, Vous remarquerez que cet effet n'a lieu que pour les écoulements qui se font vis-à-vis des corps électrisés ; & que les autres, quoique venant du même vaisseau, continuent de se faire goutte à goutte.

Puisque l'on attribue l'accélération des écoulements électrisés aux émanations précipitées de la matiere électrique, on est également fondé à dire que ceux qui s'accélerent de même vis-à-vis d'un conducteur qu'on électrise, doivent cette augmentation de mouvement à une cause semblable ; & l'on peut s'en assûrer encore en examinant, dans un lieu privé de lumiere, le bout du tube par où se fait l'écoulement : on y voit ordinairement un point lumineux qui indique assez clairement l'éruption de la matiere électrique.

XX. LEÇON.

XXI. EXPERIENCE.

Il faut isoler dans une situation horizontale, un tuyau de fer-blanc ou de carton couvert de papier doré, qui ait 3 ou 4 pouces de diametre, ou davantage si l'on veut, & environ 6 pieds de longueur; que l'on attache sur toute la surface extérieure de ce tuyau, des petites houppes de filasse ou de fil très-fin, en si grand nombre qu'on voudra, & longues de 4 à 5 pouces; que l'on fasse passer ce conducteur ainsi préparé par le centre d'un cercle de fer non isolé, de 2 pieds ou environ de diametre, & garni dans toute sa circonférence de houppes semblables à celles dont je viens de parler, & espacées de 3 en 3 pouces.

Effets.

Si l'on électrise alors le tuyau; on verra, 1°, toutes ses houppes se dresser autour de lui & sur toute sa longueur, & former autant d'aigrettes épanouies & semblables par la figure, à celles que nous fait voir ordinairement la matiere électrique, quand elle devient lumineuse.

2°, En même temps, toutes les houppes du cercle de fer se dirigeront vers le tuyau électrisé, comme vers leur centre commun. Voyez la *fig.* 16.

Ces deux effets auront toujours lieu, quoiqu'on fasse changer de place au cercle, en le faisant aller & venir suivant toute la longueur du tuyau.

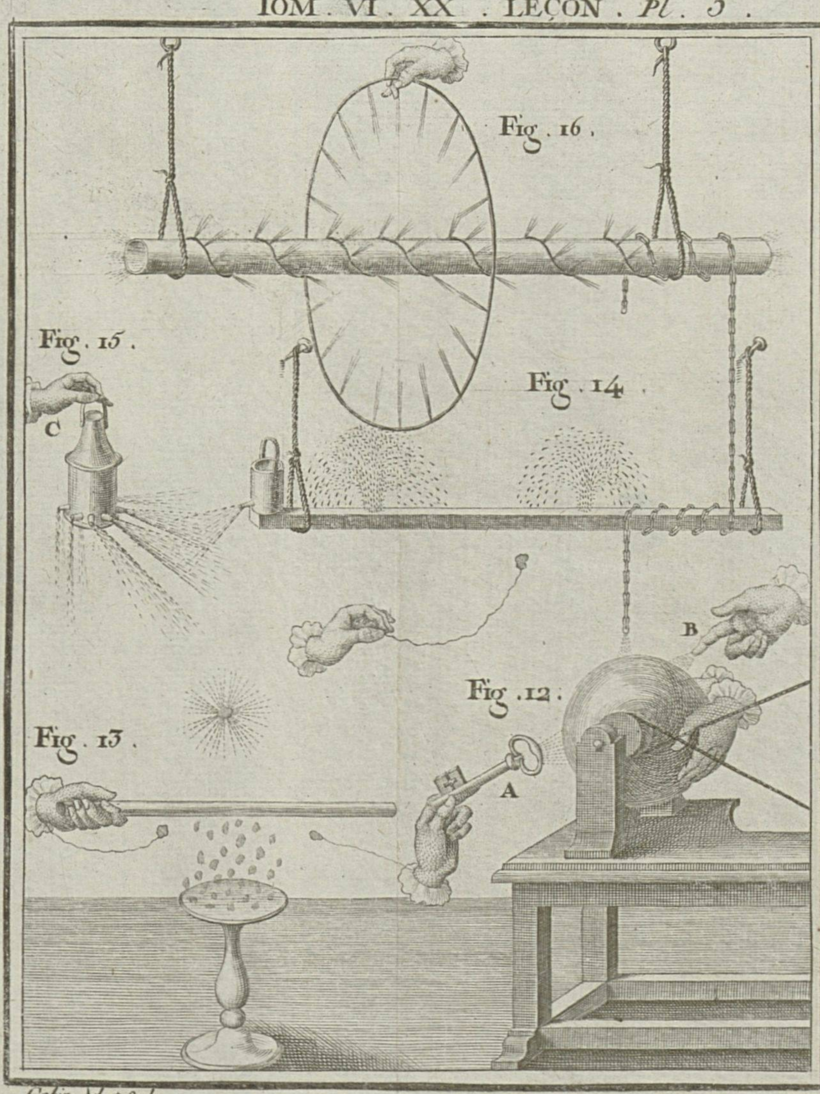
3°, Et si quelqu'un se donne la peine de multiplier les cercles, & d'en établir tel nombre qu'il voudra d'un bout à l'autre du tuyau-conducteur, il verra faire à chacun d'eux en même temps, ce que je viens de dire d'un seul.

Si les attractions apparentes & les répulsions par lesquelles on voit toutes ces houppes de part & d'autre se diriger les unes vers le tuyau, les autres vers le cercle, sont des indices suffisants d'une matiere invisible qui les entraîne, il faut convenir, à l'inspection de ces effets, que cette matiere est partagée en deux courants qui se meuvent en même temps en sens contraires ; je dis en même temps ; car si elle ne faisoit que sortir du conducteur pour y rentrer, les

XX. LEÇON.

houppes ou les filaments qu'elle dirige en les enfilant, se ressentiroient nécessairement de ces allées & de ces retours ; nous les verrions alternativement se dresser dans un sens & dans l'autre ; leur tendance ne seroit pas constante comme elle l'est.

Le tableau que forment les houppes du cercle avec celle du tuyau électrisé, représente assez bien aux yeux l'idée que je me suis faite des atmospheres électriques : après avoir bien réfléchi sur les phénomenes, je crois qu'elles sont composées de rayons dirigés en sens contraires, & que chacun d'eux est véritablement animé d'un mouvement de translation, comme un jet de liqueur qu'on fait sortir avec précipitation par un trou fort étroit, ou qui traverse un milieu assez perméable pour le laisser jouir d'une grande vîtesse : car je ne puis croire que ces atmospheres ressemblent, comme quelques Auteurs nous l'assurent, à des vapeurs accumulées ; cette façon de les concevoir me paroît absolument incompatible avec tout ce que l'expérience nous met sous les yeux ; j'en



Gobin del. et Sculp.

dirai quelque chose de plus dans la IIIe Section.

XXII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electrisez, avec un globe de verre, une verge de fer isolée, dont le bout le plus reculé du globe soit terminé en pointe, & qu'une personne non isolée présente un autre pointe de métal à celle qu'on électrise.

EFFETS.

Si l'expérience se fait dans un lieu obscur, on voit à chacune des deux pointes, une aigrette lumineuse : & ces deux especes de cônes de lumiere se joignent par leurs bases, quand on les approche assez près l'un de l'autre. *F*, (*fig.* 9).

OBSERVATIONS.

Personne ne conteste que l'aigrette, qu'on apperçoit à la pointe du conducteur isolé, ne soit un véritable écoulement de la matiere électrique, qui se porte du dedans au-dehors; mais quoique le feu de l'autre pointe soit de la même forme, composé de rayons semblables, & ani-

XX. LEÇON.

mé d'un mouvement progreſſif eſt avant aſſez ſenſible; parce qu'il eſt ordinairement plus petit, il y a quelques Auteurs électriſants qui ſe perſuadent, & qui veulent perſuader aux autres, que ce n'eſt point une aigrette ſemblable à l'autre; ou que ſi c'en eſt une, elle eſt uniquement compoſée de rayons convergents à la pointe, & qu'au lieu d'en ſortir, ils ne font que s'y précipiter.

Conteſtation ſur l'aigrette de la pointe non iſolée de l'expérience précédente.

Faits & raiſonnements qui prouvent que ce feu eſt une matiere affluente au conducteur.

Mais pour ſe convaincre du peu de fondement de cette prétention, on n'a qu'à examiner ce petit feu avec un verre lenticulaire, ſi les yeux ſeuls ne ſuffiſent pas, & l'on verra diſtinctement que les rayons de cette petite aigrette ſe portent en avant, & qu'ils vont à la rencontre de ceux qui viennent de la pointe électriſée.

Et ſi cette obſervation ne ſuffiſoit point encore, on diſſiperoit entiérement ſes doutes, en expoſant devant la pointe non iſolée la flamme ou la fumée d'une petite bougie, qui ne manqueroit pas d'être ſoufflée en avant par la matiere électrique qui produit l'aigrette dont il eſt ici queſtion. Une pointe creuſe & chargée

gée de quelque liqueur, prouvera encore d'une maniere inconteſtable ce que je ſoutiens ici. XX. Leçon.

Alléguer qu'en pareil cas, la fumée, la flamme, les liqueurs ſont portées en avant par l'air agité, ſans dire comment cela peut arriver; ou que ce qui produit ces effets eſt un fluide inconnu qui ſort de la même pointe en même temps que la matiere électrique y entre; c'eſt oppoſer à l'évidence des fictions obſcures qui n'ont point de vraiſemblance, & qui ne peuvent être goûtées que par des gens prévenus pour quelque ſyſtême.

Au reſte, ſi c'eſt une choſe reconnue de tout le monde, que les feux électriques qui paroiſſent aux pointes, ſont d'autant moins marqués que ces pointes ſont plus fines, quand nous voulons bien ſincérement ne nous point tromper, ni tromper les autres ſur la nature, la forme & les mouvements de ces feux, pourquoi faire nos épreuves de préférence avec les corps qui nous les rendent comme imperceptibles; que ne rendons-nous ces pointes plus

grosses & plus mousses ; que ne mettons-nous, en présence l'un de l'autre, le doigt d'un homme non isolé, & celui d'un autre homme qu'on électrise : or il est certain que si l'on fait l'expérience de cette maniere, on n'aura pas besoin de verre qui grossisse les objets, pour appercevoir quelle direction tiennent les feux de part & d'autre ; la grandeur de leurs rayons, leurs éruptions intermittentes, le vent qu'ils feront sentir, ne laisseront sur cela aucune équivoque.

Mais quand on s'obstineroit à n'employer que des pointes très-fines, & que par-là on parviendroit à rendre le feu électrique si petit, qu'on ne pût pas juger s'il entre ou s'il sort de celle qui n'est point isolée, que gagneroit-on par-là contre moi ? Rien, sinon que de pareilles pointes ne sont pas propres à prouver ni pour ni contre la proposition générale par laquelle je dis que tout corps électrisable par communication, mais non isolé, fournit de la matiere électrique au corps isolé qu'on électrise : l'indécision des pointes ne tireroit jamais à consé-

quence contre les autres corps dont les effets ſont viſibles & hors de conteſtation ; au contraire, la généralité & l'évidence de ceux-ci nous autoriſeroit à préſumer d'elles des phénomenes ſemblables, s'ils pouvoient devenir aſſez ſenſibles. XX. LEÇON.

SEPTIEME PROPOSITION.

La matiere électrique qui ſort d'un conducteur iſolé par toutes les parties de ſa ſurface qui n'aboutiſſent point au globe, vient au moins en partie, & immédiatement de ce globe, & du corps qui le frotte.

XXIII. EXPÉRIENCE.

Qu'on électriſe de ſuite, & autant de temps qu'on voudra, un conducteur quelconque, iſolé convenablement.

EFFETS.

On ne voit point tarir les émanations électriques : elles durent au moins autant que le frottement du globe qui les fait naître. J'aurai occaſion par la ſuite de citer des expé-

riences dans lesquelles ces effets ont été soutenus pendant 5 à 6 heures sans interruption & sans diminution sensible des effluences électriques.

XXIV. Experience.

Preparation.

Frottez un globe ou un tube de verre dans un temps convenable à l'Electricité, & laissez-le isolé pendant un quart-d'heure, & même davantage : après cela approchez-le d'un homme ou d'une verge de fer en état de recevoir la vertu électrique.

Effets.

En procédant ainsi, vous électriserez infailliblement le conducteur, & il en donnera des marques par des effluences sensibles de matiere électrique : il repoussera, par exemple, les corps légers que vous placerez sur lui ; & s'il y a quelques parties pointues à sa surface, il en sortira des aigrettes lumineuses.

XXV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut électriser plusieurs fois de suite le même conducteur avec le même globe, & faire durer également l'électrisation pour chaque expérience ; mais dans les unes, il faut faire frotter le globe par un homme isolé ; & dans les autres, par le même homme communiquant avec le plancher, & avec tous les autres corps.

EFFETS.

Vous remarquerez constamment que dans le dernier cas l'Electricité est bien plus forte & plus durable que dans le premier : dans celui-ci, les émanations électriques du conducteur sont languissantes, & vont en s'affoiblissant de plus en plus ; dans l'autre, elles sont bien plus marquées, & se soutiennent autant de temps que dure l'électrisation.

OBSERVATIONS.

Des expériences que je viens de rapporter il résulte trois choses, 1°,

que les émanations électriques du conducteur isolé ne viennent point de son propre fonds, puisqu'il ne s'épuise point par ces écoulements, quelque temps qu'on les fasse durer; 2°, que le corps électrisé par frottement, est en état par lui-même d'animer & d'entretenir, du moins pendant un certain temps, les effluences électriques, puisque séparé du corps qui l'a frotté, il est en état tout seul de produire cet effet; 3°, que le coussin ou le corps qui frotte, fournit une bonne partie de cette matiere qui s'écoule par le conducteur isolé, puisque les émanations de celui-ci sont moins abondantes, & moins durables avec un frottoir isolé, qu'avec ce même corps lorsqu'il fait partie d'une plus grande masse : & l'on a vu dans le 2d Article de la 1ere Section, que les meilleurs frottoirs sont ceux qu'on fait avec des substances les plus capables de fournir la matiere électrique, soit qu'ils en contiennent davantage, soit qu'ils la transmettent plus facilement.

Mais le globe, ni le corps qui le

frotte, ne fourniſſent point de leur propre fonds toute cette matiere qui paſſe par le conducteur iſolé pour ſe répandre au-dehors ; ils la tiennent eux-mêmes ou de l'air qui les environnent, ou des autres corps qui ſont capables & à portée de leur en fournir ; cela s'apperçoit aiſément par les attractions apparentes que l'un & l'autre exercent ſur tout ce qu'il y a autour d'eux d'aſſez léger pour ſe laiſſer entraîner ; les duvets de plume, les feuilles de métal, les boulettes de coton, ſe précipitent ſur le globe, & ſur le couſſin qui le frotte, pourvu que celui-ci ſoit iſolé ; & s'il ne l'eſt pas, il ſert de canal à la matiere électrique qu'il tire des corps avec leſquels il communique ; & il la rend viſiblement ſous la forme d'aigrettes, par celles de ces parties qui ne touchent pas tout-à-fait au verre frotté : c'eſt une obſervation que chacun peut faire en frottant le globe dans un lieu privé de lumiere ; il verra ſouvent ces feux électriques s'élancer du bout de ſes doigts vers le globe, s'il le frotte avec la paulme de ſa main.

XX. LEÇON.

La matiere électrique effluente du conducteur isolé, vient donc immédiatement du globe & du coussin qui le frotte, & originairement de l'air qui les touche ou des autres substances qui sont à portée de la leur fournir, comme je l'ai avancé & prouvé ; mais que devient celle qui est affluente à ce même conducteur, celle qui se rend à lui de toutes parts, & qui ne cesse d'y arriver pendant tout le temps que l'on soutient l'électrisation ? car il faut que cette matiere passe au-dehors du conducteur après y être entrée, sans quoi il en regorgeroit à la fin, & il ne pourroit plus en recevoir, ce qui n'arrive jamais. Voici la Réponse à cette question.



HUITIEME PROPOSITION.

La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur isolé, & que j'ai nommée matiere affluente, *ou* affluences électriques, *se rend aussi en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant, ou dans les autres corps contigus.*

XXVI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Observez attentivement la frange lumineuse qui paroît toujours à l'extrémité du conducteur isolé, qui aboutit au globe : il faut, pour bien faire, que le conducteur soit une barre de fer de 5 à 6 pieds de longueur, & un peu platte par le bout qui répond au globe ; ou que ce soit un homme qui présente le bout de ses doigts à 7 ou 8 lignes au-dessus de la surface du verre, & à 2 ou 3 pouces de distance du frottoir ; le globe tournant de maniere que les parties frottées passent par la voie la plus courte au conducteur : il est à propos aussi que cette expérience se fasse dans un lieu bien obscur.

XX. LEÇON.

EFFETS.

Vous verrez que la frange lumineuse, dont il est ici question, est un véritable écoulement de matiere électrique qui se porte au globe : tous ceux qui n'ont point épousé de systême incompatible avec ce fait, l'ont vu & rendu tel que je viens de l'énoncer ; mais quoiqu'il soit de la plus grande évidence, j'ai été obligé de prendre quelques précautions pour empêcher qu'on ne l'obscurcît, & qu'on ne le rendît douteux pour ceux qui ne seroient point à portée de le voir par eux-mêmes : voici un Extrait des Registres de l'Académie des Sciences qui fera voir qu'il a été dûement vérifié.

«M. l'Abbé Nollet ayant demandé des Commissaires pour être témoins de plusieurs expériences concernant l'Electricité, l'Académie nomma MM. Deparcieux, Fougeroux, Bezout, Tillet & Brisson, qui ont attesté unanimement que les résultats de ces expériences, auxquelles ils ont assisté, étoient tels que M. l'Abbé Nollet les a

»énoncés dans le Mémoire qu'il a »lu à l'Académie ; en foi de quoi j'ai »ſigné le préſent Certificat. A Paris »ce 19 Avril 1760 ».

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secretaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

Or le Mémoire dont il eſt fait mention dans le certificat, eſt imprimé tout au long à la fin du ſecond volume de mes Lettres ſur l'Electricité, avec approbation de l'Académie ; & on y lit, à l'article 16, ce qui ſuit :

«On prit pour conducteur une »barre de fer quarrée de 6 pieds »de longueur, & dont chaque face »avoit environ 8 lignes de largeur : »on fit aboutir une de ſes extrémités »à un demi-pouce de la ſurface du »globe, un peu au-deſſus de l'endroit »où l'on appliquoit la main pour le »frotter : le fer étant électriſé, on »en vit ſortir des filets de matiere »lumineuſe, qui ſe dirigeoient vers »la ſurface du verre, comme les fran- »ges de l'exp. 14e (a), & en même

(a) L'expérience 14 du même Mémoire.

XX. LEÇON.

» temps l'on vit briller à l'autre bout » deux aigrettes bien épanouies, qui » se faisoient sentir comme un souffle » sur la peau, & qui poussoient en » avant la flamme d'une bougie jusqu'à » l'éteindre.

» Cette expérience répetée avec » des bâtons de bois verd, avec des » cordes de chanvre mouillées, & » généralement en prenant pour con- » ducteurs, toutes substances élec- » trisables par communication, a » toujours montré les mêmes effets, à » la différence près du plus au moins ».

On m'objectera sans doute ce que j'ai énoncé dans la 7e proposition; savoir, que la matiere électrique vient du globe au conducteur; & l'on insistera en disant, que le conducteur n'étant à portée du globe, que par cette extrémité même où l'on apperçoit la frange lumineuse, il faut bien que ce feu soit une matiere qui passe du globe au conducteur, & non pas, comme je le prétends, du conducteur au globe.

Eclaircissements.

Cette objection est spécieuse; mais, dans le fonds, elle n'est d'aucune conséquence contre moi,

jusqu'à ce qu'on m'ait prouvé qu'il ne peut y avoir qu'un seul courant de matiere électrique entre le globe & le bout du conducteur qui se présente à lui ; car s'il est possible qu'il y en ait deux, je ne nierai pas qu'il n'y en ait un qui passe invisiblement du globe à la barre de fer, parce qu'il y a des raisons pour le croire ; mais je soutiendrai l'existence de celui qui vient du fer au globe, parce que je le vois distinctement, & que tout le monde, à deux ou trois personnes près, le voit comme moi.

Il faut donc considérer la barre de fer électrisée, ou tout autre conducteur isolé, comme le canal commun de deux courants de matiere électrique, l'un venant du globe & qui fournit toutes ces effluences tant visibles qu'invisibles dont j'ai prouvé l'existence ; l'autre venant de l'air extérieur & des autres corps environnants, & qui débouche du côté du globe sous la forme de frange ou d'aigrette lumineuse.

Quand une fois il est prouvé que les effluences & affluences électriques exercent leurs mouvements dans la

masse d'air qui entoure le globe ; pourquoi la même chose ne se passeroit-elle pas dans une barre de fer, s'il est constaté d'ailleurs que le métal, quoique très-compact, est cependant, pour la matiere électrique, un milieu plus perméable que la colonne d'air dont il tient la place ?

XXVII. Expérience.

Preparation.

Laissez en place la barre de fer de l'expérience précédente, pour servir de conducteur, & faites frotter le globe de verre par un homme isolé.

Effets.

Cet homme qui frotte le globe ; devient électrique comme un conducteur ordinaire, & en donne des signes par toutes les parties de son corps ; il attire & repousse les corps légers ; il paroît une petite aigrette lumineuse à la pointe de son épée, s'il en a une ; les corps non isolés tirent de lui des étincelles ; ses cheveux ou ceux de sa perruque deviennent divergents, &c.

XX. Leçon.

OBSERVATIONS.

Tous ces effets ſont des indices très-certains d'une matiere qui ſort de cet homme, & qui s'exhale dans l'air dont il eſt environné ; & ce qui prouve bien que cette matiere vient en grande partie de la barre de fer iſolée, c'eſt que plus cette barre a de volume, plus l'Electricité du corps frottant devient ſenſible.

Elle le devient encore davantage, quand le conducteur ceſſe d'être iſolé, quand il communique avec de grandes maſſes plus capables que l'air, de lui fournir le fluide qu'il doit tranſmettre au globe : de ſorte que l'on peut prendre pour regle que cette expérience réuſſira d'autant mieux, que le conducteur ſera plus grand que le corps frottant, toutes choſes égales d'ailleurs.

On pourra remarquer que ſi dans l'expérience que je viens de rapporter, l'homme ou tout autre frottoir iſolé porte une pointe de métal qui s'avance dans l'air, l'aigrette qu'on en voit ſortir, eſt toujours beaucoup plus petite que ne ſeroit celle d'une

XX. Leçon.

pareille pointe qui feroit partie du conducteur : je dirai ailleurs la raiſon de cette différence, qui eſt réelle & conſtante : mais qu'on y prenne bien garde ; ce petit feu, quoi qu'en diſent quelques perſonnes que ce fait incommode, eſt une véritable aigrette produite par une matiere qui ſort de la pointe, ſans préjudice à celle qui pourroit y entrer en même temps, & que je ne nie pas ; ſon éruption, quand l'Electricité eſt aſſez forte, ſe fait ſentir par un petit ſouffle qui pouſſe la flamme & la fumée d'une bougie, qui fait frémir les liqueurs qu'on y préſente, & qui accélere les écoulements, quand la pointe eſt creuſe & chargée d'eau ou d'eſprit-de-vin : de telles preuves doivent l'emporter ſur des doutes d'opinion & de ſyſtême.

Eclairciſſements.

En ſoutenant la réalité de cette matiere qui ſort viſiblement de la pointe, je dis que c'eſt ſans préjudice à celle qui peut y entrer ; car en même temps que le corps frottant reçoit par le globe, une partie de la matiere électrique qui vient du conducteur, je penſe bien que celle qu'il continue

de

de fournir au globe, il la reçoit de l'air ambiant & des autres corps voisins; & que, par conséquent, cette pointe qui fait partie de lui-même, reçoit en même temps qu'elle dissipe; mais je n'entends pas que ces deux courants opposés n'aient qu'un seul & même passage : quelque fine que soit la pointe de métal, c'est toujours un corps très-gros eu égard à la subtilité du fluide électrique; sa porosité peut aisément se partager entre la portion qui entre & celle qui sort.

Je n'entends pas non plus que toute la matiere électrique affluente, que peut recueillir un conducteur isolé de grand volume, passe au globe; cette frange de matiere lumineuse que l'on voit déboucher de ce côté-là, ne répond pas, ce me semble, à la quantité qu'on peut présumer qu'il a reçue; je pense donc qu'une bonne partie de ces affluences, en tombant sur la longueur du conducteur, traverse son épaisseur, & produit des effluences à la partie opposée.

Je crois aussi que tout ce que le

XX. LEÇON.

conducteur porte au globe n'est point rendu sans déchet au coussin ; une bonne partie de cette matiere se dissipe dans l'air ou dans les autres corps qui sont à portée de la recevoir.

J'en dis autant de la matiere que le corps frottant fournit au globe ; le conducteur n'en reçoit que ce qui n'a point été répandu ailleurs pendant la rotation ; c'est pourquoi il est important de le faire aboutir à un endroit qui ne soit point fort éloigné de celui qui est frotté par le coussin ; & de faire tourner le globe de maniere, que les parties frottées arrivent par la voie la plus courte au conducteur qu'on veut électriser : il faut lire, pour être plus amplement instruit, un excellent Ouvrage de M. du Tour, *Sur les différents mouvements de la matiere électrique*, imprimé, à Paris chez Vincent, en 1760 ; il est rempli d'expériences curieuses & décisives sur ce sujet, & de vues très-ingénieuses sur ce qu'il y a de plus délicat & de plus difficile en Electricité.



XXI. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

III. SECTION.

Sur la cause générale & immédiate des Phénomenes électriques.

L'ELECTRICITÉ est l'effet d'une cause méchanique : il n'y a plus qu'un sentiment sur cela aujourd'hui, comme je l'ai remarqué au commencement de la 1ere Section. Mais ce méchanisme, objet de la curiosité de ceux qui voient les phénomenes, & principalement des Physiciens qui les ont découverts, est encore regardé & annoncé par bien des gens, comme un mystere impénétrable à l'esprit humain. Ce n'est pas cependant que ce qu'il y a de plus sin-

XXI. Leçon.

gulier & de plus important dans cette matiere, ne puiſſe maintenant s'expliquer d'une maniere très-intelligible & vraiſemblable : à force d'analyſer les faits, d'examiner ce qu'ils ont de commun & de particulier, en remontant des plus compoſés aux plus ſimples, nous ſommes enfin parvenus à celui qui eſt comme la ſource de tous les autres ; & ſur les cauſes de celui-ci même, nous ſommes en état d'offrir des conjectures raiſonnables & fondées ſur des analogies très-rapprochées : voilà, je crois, tout ce qu'on peut attendre & exiger de la Phyſique Expérimentale.

Mais la plupart des perſonnes à qui nous offrons ces explications, quoiqu'elles les demandent avec une impatience qui va quelquefois juſqu'au reproche, aiment bien mieux, dans le fonds, qu'on leur montre des effets qui les ſurprennent & qui les amuſent, que de leur donner à comprendre des cauſes contre la découverte ou l'intelligibilité deſquelles elles ſont prévenues.

Cette prévention, peu obligeante pour nous, eſt aſſez ſouvent l'ou-

vrage de la pareſſe ou de l'amour-propre : ce qu'on ne ſe ſent point en état de faire, on penſe volontiers qu'un autre l'entreprendroit vainement. Il eſt plus court & plus commode de dire : Ho ! jamais perſonne n'expliquera cela ; que d'écouter, autant qu'il le faudroit, celui qui dit : Je vous l'expliquerai, ſi vous voulez me ſuivre attentivement & ſans prévention.

Il faut convenir auſſi que tout le monde n'eſt pas en état de comprendre le méchaniſme de l'Electricité, fût-il expliqué de la maniere la plus heureuſe. Il faut au moins être initié dans la connoiſſance des autres effets naturels ; il faut être un peu au fait de la nature des fluides, de leur maniere de ſe mouvoir & de ſe mettre en équilibre, du pouvoir qu'ils ont ſur les autres corps, de ce qui peut réſulter de leur choc & de leurs écoulements, &c. Combien de gens nous demandent la cauſe des phénomenes électriques ; combien d'autres ſe flattent de l'avoir trouvée ; & nous l'offrent avec confiance, qui ne ſavent rien de tout cela, & qui

XXI. LEÇON.

commencent leur Physique par où ils la devroient finir, je veux dire, par l'Electricité !

Je m'attends donc bien que, de tous ceux qui ouvriront ce volume, il y en aura plusieurs qui ne prendront pas la peine de lire, encore moins d'étudier ce que je vais écrire dans cette 3e section; & ils feront fort bien, s'ils n'ont d'ailleurs quelques connoissances de Physique, ou s'ils ne se sentent pas le courage de me suivre avec attention & sans préjugé: mais, dans le grand nombre, j'espere trouver des Lecteurs judicieux & préparés à cette leçon par celles qui ont précédé: à ceux-ci, j'ose assurer que je ne leur offre rien de pénible à comprendre, & qui ne soit très-conforme aux principes universellement reconnus, & prouvés dans les cinq premiers tomes de cet Ouvrage.

Ce que je sais touchant le méchanisme de la vertu électrique, je le tiens de l'expérience; je me servirai de la même voie pour l'enseigner: je vais retracer en lettres italiques ce que j'ai prouvé dans les deux Sections

précédentes, relativement aux causes les plus générales des phénomenes ; & dans le cours de mes explications, je distinguerai, par ce même caractere, ce que j'emprunterai de ces vérités prouvées, afin qu'on puisse distinguer du premier coup d'œil ce qui gît en fait, de ce qui n'est que de raisonnement, & régler sa confiance suivant l'un ou l'autre.

PROPOSITIONS FONDAMENTALES, *tirées de l'expérience, & à l'aide desquelles on peut rendre raison de tous les Phénomenes électriques connus jusqu'à présent.*

I. *L'Electricité est l'effet d'une matiere fluide qui se meut autour ou au-dedans du corps électrisé.*

II. *Ce fluide n'est ni la matiere propre du corps électrisé, ni l'air grossier que nous respirons.*

III. *Il y a tout lieu de croire que la matiere électrique est la même que celle du feu élémentaire & de la lumiere, unie à quelque autre substance qui lui donne de l'odeur.*

IV. *Cette matiere est présente par-tout,*

XXI. LEÇON.

dans l'intérieur des corps, comme dans l'air qui les environne.

V. *La matiere électrique excitée ou mise en action, se meut, autant qu'elle peut, en ligne droite, & son mouvement, pour l'ordinaire, est un mouvement progressif qui transporte ses parties.*

VI. *La matiere électrique est assez subtile pour pénétrer au travers des corps les plus durs & les plus compacts.*

VII. *Mais elle ne les pénetre pas tous avec la même facilité. Les corps vivants, les métaux, l'eau, sont ceux dans lesquels elle passe le plus facilement; le soufre, la cire d'Espagne, le verre, les résines, la soie, sont ceux dans lesquels elle a le plus de peine à pénétrer, à moins que ces corps ne soient frottés ou chauffés.*

VIII. *L'air de notre atmosphere n'est pas autant perméable pour la matiere électrique, que les métaux, les corps vivants, l'eau, &c.*

IX. *Quand la matiere électrique sort d'un corps avec beaucoup d'impétuosité, & qu'elle débouche dans l'air, soit qu'elle soit visible ou non, elle se divise en plusieurs jets divergents, qui forment une espece de gerbe ou d'aigrette.*

X. *Un corps électrisé par frottement ou par*

par communication, lance de toutes parts des rayons de matiere électrique qui s'étendent en lignes droites dans l'air ou dans les autres corps d'alentour. XXI. LEÇON.

XI. *Tant que durent ces émanations, une pareille matiere vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons convergents.*

XII. *Ces deux courants de matiere électrique, qui vont à sens contraires, exercent leurs mouvements en même temps; & l'un des deux est plus fort que l'autre.*

XIII. *Les pores par lesquels la matiere électrique sort du corps électrisé, ne sont pas en aussi grand nombre que ceux par lesquels elle y rentre.*

XIV. *La matiere qui vient au corps électrisé, ne lui est pas fournie par l'air seulement, mais par tous les autres corps du voisinage, qui sont capables de s'électriser par communication.*

XV. *La matiere qui sort du conducteur isolé par les différentes parties de sa surface, qui n'aboutissent point au globe, vient en bonne partie de ce globe & du corps qui le frotte.*

XVI. *La matiere électrique, qui vient de toutes parts au conducteur isolé, se*

XXI. LEÇON.

rend en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant ou dans les autres corps contigus.

XVII. *Les corps électrisés par communication, perdent aisément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps non isolé.*

XVIII. *Le verre électrisé par frottement ou par communication, ne se désélectrise pas de même, & peut garder son électricité bien plus long-temps que les conducteurs ordinaires.*

Application que l'on peut faire de ces principes pour expliquer les phénomenes de l'Electricité.

Deux classes de phénomenes électriques.

Les phénomenes de l'Electricité peuvent se distribuer en deux classes: dans l'une, nous renfermerons tous ces mouvements tant alternatifs que simultanés, auxquels on a donné les noms d'*attraction* & de *répulsion*, & généralement tout ce qui s'opere par une cause qui demeure invisible.

L'autre comprendra tous les faits qui sont accompagnés de lumiere, pétillements, piqures, inflammation, commotion; car, quoique ces

merveilles éclattent à nos yeux ſous des apparences tout-à-fait différentes les unes des autres, & que le peu de relation que nous voyons entr'elles, nous porte à les conſidérer comme autant d'objets indépendants, qui doivent être examinés ſéparément; cependant lorſque l'habitude a diſſipé un certain éclat qui nous éblouit d'abord, & que l'étonnement a fait place à la réflexion, on s'apperçoit peu à peu que les effets qui paroiſſoient les moins analogues, ſe rapprochent, & ne ſont le plus ſouvent que des extenſions, les uns des autres, ou les ſuites néceſſaires d'une cauſe commune, mais variées par quelque circonſtance: pour peu qu'on y penſe, on verra que de tous les phénomenes de ce genre, que l'on connoît, il n'en eſt point qu'on ne puiſſe comprendre dans la diviſion que je viens d'établir.

ARTICLE PREMIER.

Contenant les phénomenes de la premiere Claſſe.

L'ATTRACTION électrique, ce mouvement par lequel les corps

L'attraction électrique & la répulsion.

XXI. LEÇON.

légers se portent comme d'eux-mêmes au corps électrisé, est, sans contredit, de tous les phénomenes électriques, le premier en date; elle a été connue bien des siecles avant qu'il fût question des autres effets; & à cet égard elle a mérité de préférence l'attention des Physiciens; elle la mérite encore plus par les variations singulieres dont elle est susceptible, & par les vains efforts que bien d'habiles gens ont faits pour nous en rendre raison: ne le dissimulons pas, si quelqu'un vous offre l'explication des phénomenes électriques, & qu'il mette celui-là à part, défiez-vous-en; c'est un homme qui a manqué son but: ou s'il entreprend de vous l'expliquer, & qu'il ne réussisse pas, comptez que ce mauvais succès influera sur tout le reste. La 1ere chose qu'il faut faire, c'est de bien démêler pourquoi les corps s'approchent & s'éloignent de celui qui est électrisé; comment l'attraction se change en répulsion; d'où vient que de plusieurs petits corps semblables, les uns sont attirés, tandis que les autres sont repoussés; par quelle

cause méchanique un corps électrisé attire ce qu'un autre corps électrisé repousse, &c. Je dis qu'il faut assigner à ces effets une cause méchanique; car si, à chaque question que je ferai, on me fait naître une vertu répulsive ou une vertu attractive, & que, suivant le besoin, on en multiplie les especes, je n'aurai aucun égard pour tous ces enfants de l'imagination, & je dirai à celui qui les produit, que leur regne est passé.

PREMIER FAIT.

Un corps électrisé par frottement ou par communication, attire ou repousse tous les corps légers & libres qui sont dans son voisinage.

EXPLICATION.

Pourquoi les corps sont attirés.

Le corps électrisé lance, de toutes parts, une matiere fluide [10], *qui sort en forme d'aigrettes* [9], *& qui lui fait une atmosphere d'une certaine étendue.* Cette matiere effluente, *dont les rayons sont divergents entr'eux*, est en même temps remplacée *par une matiere semblable qui vient par des lignes convergentes* [11]. Voyez la *Fig.* 17 qui représente

XXI. LEÇON.

une portion annulaire d'un tube, ou l'équateur d'un globe environné des deux matieres effluente & affluente.

L'une & l'autre matiere ayant un mouvement progressif [5], *& simultané* [12], doit entraîner avec elle tout ce qui lui donne prise, & qui est assez libre pour obéir à son impulsion.

Mais, comme *ces deux courants de matiere se meuvent en sens contraires* [12], le corps léger qui se trouve dans la sphere d'activité du corps électrisé, doit obéir au plus fort, à celui des deux qui a le plus de prise sur lui.

Si le corps léger qu'on veut attirer, est d'un très-petit volume ou d'une figure tranchante, comme une feuille de métal, *E* ou *F* (*fig.* 17), il est chassé vers le corps électrique par la matiere affluente.

Et la matiere effluente ne l'empêche pas d'y arriver, parce que ses rayons, *qui sont divergens* [9], ou *les aigrettes distantes les unes des autres* [13], ne lui opposent que des obstacles rares & accidentels, à travers lesquels il se fait jour.

Une preuve qu'il rencontre des obstacles, c'est qu'il arrive rarement

au corps électrique par une voie bien directe ; assez ordinairement, c'est après plusieurs détours qu'on apperçoit d'autant mieux que ce corps léger a plus d'étendue ; j'en atteste tous ceux qui sont dans l'habitude de voir & de répéter eux-mêmes ces expériences.

Pourquoi ils sont repoussés.

QUAND cette étendue égale seulement celle d'un petit écu, il est fort ordinaire que le premier mouvement de la feuille soit de s'écarter du corps électrisé qu'on lui présente ; & si elle commence par s'en approcher, elle ne parvient pas jusqu'à lui ; à une certaine distance plus ou moins grande, elle est arrêtée ou repoussée.

C'est que la feuille, lorsqu'elle a une certaine largeur, & qu'elle se présente de face, ne peut plus échapper aux rayons des aigrettes, qui sont toujours plus rares à la vérité que ceux de la matiere affluente, à cause *de leur divergence* [9], & *de la distance des aigrettes entr'elles* [13], mais qui ont toujours plus de vîtesse ou de force, sur-tout à une petite distance de leur origine ou de leur éruption.

XXI. LEÇON.

S'il eſt donc plus ordinaire de voir un corps s'approcher d'abord de celui qui eſt électriſé, que de le voir s'en écarter par ſon premier mouvement, c'eſt que, pour lui donner une légéreté ſuffiſante, on n'emploie communément que des fragments d'un très-petit volume, & d'une figure, le plus ſouvent très-propres à les faire échapper aux rayons divergents des aigrettes; mais on eſt comme ſûr d'avoir un effet tout contraire, quand on prend ſoin de concilier avec la légéreté qui convient, une grandeur & une figure telles, qu'elles laiſſent aſſez de priſe à la matiere effluente.

II. FAIT.

Dès que le corps léger qu'on vouloit attirer, a touché le corps électrique, ou qu'il s'en eſt ſeulement approché de fort près, quelque petit que ſoit ſon volume, quelque figure qu'il ait, il s'en écarte conſtamment après.

Ce ſecond fait paroît d'abord contraire à l'explication que je viens de donner du premier. Si la petiteſſe du

volume a fait échapper le corps attiré, aux rayons de la matiere effluente, pourquoi, dira-t-on, la même cause n'a-t-elle plus le même effet après le contact ?

EXPLICATION.

C'est que cette cause ne subsiste plus ; le petit corps a reçu une augmentation de volume, invisible à la vérité, mais qui n'en est pas moins réelle, comme on va le voir.

Pourquoi le même corps qui a été d'abord attiré, ne manque pas d'être repoussé ensuite.

Quand ce petit corps poussé par la matiere affluente, a touché le tube électrique, il est électrisé lui-même par communication ; & *un corps électrisé, tel qu'il soit, & de telle maniere qu'on l'électrise, devient tout hérissé d'aigrettes qui forment autour de lui une atmosphere de rayons divergents* [10].

Cette atmosphere augmente donc considérablement son volume, & le met en prise aux rayons de matiere effluente, qui le tiennent écarté du tube électrique, autant de temps que l'Electricité subsiste dans l'un & dans l'autre, (*H fig.* 17).

XXI. LEÇON.

III. FAIT.

Un corps léger que l'on a électrisé, & que l'on tient suspendu ou flottant en l'air par l'action du corps électrique dont il s'est écarté, ne manque pas de revenir à ce même corps, aussi-tôt qu'il a été touché du doigt, ou de quelqu'autre corps semblable & non isolé.

EXPLICATION.

Pourquoi le corps repoussé revient au corps électrique dès qu'on l'a touché.

L'ATTOUCHEMENT d'un corps non isolé, lui fait perdre son électricité [17], & par conséquent cette atmosphere d'aigrettes qui augmentoit invisiblement, mais réellement son volume ; ainsi, après cet attouchement, il se trouve dans le même état où il étoit avant que d'avoir été électrisé, & disposé de nouveau, par la petitesse de son volume ou par sa figure propre, à se laisser emporter vers le corps électrisé, en échappant encore, comme la premiere fois, aux rayons divergents de la matiere effluente.

Quand je dis en échappant aux rayons divergents de la matiere effluente, je le répete encore, ce n'est pas que je prétende que ce

corps, tout petit qu'il ſoit, ne rencontre aucun de ces filets de matiere dont le mouvement s'oppoſe au ſien: il en rencontrera ſans doute; mais, *comme ils ſont rares en comparaiſon de ceux de la matiere affluente* [9] & [13], il donnera plus conſtamment priſe à ceux-ci, & ne ſouffrira qu'un retardement ou une déviation de la part de ceux-là.

IV. FAIT.

Les corps électriſables par communication, mais qui ne ſont point iſolés, attirent les petits corps électriſés qui ſe préſentent à eux. Un homme, par exemple, avec le bout de ſon doigt ou avec un morceau de métal, attire une petite feuille d'or électriſée & flottante en l'air. (*fig*. 18).

EXPLICATION.

Pourquoi les corps non iſolés attirent à eux de plus petits corps qui ont reçu la vertu électrique.

TANT que la petite feuille *C*, qu'on ſuppoſe électriſée, n'eſt entourée que de ſon atmoſphere propre, & de l'air dans lequel elle eſt ſuſpendue & iſolée, rien ne la détermine à ſe porter d'un côté préférablement à

XXI. LEÇON.

l'autre : premiérement, parce que *ses effluences se faisant en même temps & avec une égale force, par les différents points de sa surface*, elles s'appuient également de toutes parts sur l'air ambiant, ce qui doit mettre la réaction de ce dernier fluide en équilibre avec elle-même. En second lieu, parce que *les affluences A, B, &c. venant à elle également & en même temps de tout les côtés* [11], elles ne peuvent la pousser vers l'un plutôt que vers l'autre.

Mais quand on en approche le doigt ou *tout autre corps plus perméable à la matiere électrique, que la portion d'air dont il tient la place* [8], les rayons effluents du corps *c* se plient, vers lui, trouvant de sa part moins de résistance que n'en éprouvent de la part de l'air, les effluences de la partie opposée : delà vient que ces deux corps se joignent, & que le plus petit, comme étant le plus mobile, semble être attiré par l'autre.

V. FAIT.

Pendant qu'un corps léger, pareil à celui du fait précédent, demeure

ſuſpendu & flottant en l'air au-deſſus d'un tube de verre électriſé qu'il a touché, ſi on lui préſente un autre tube de verre nouvellement frotté, il s'en écarte comme du premier: il s'approche au contraire d'un bâton de cire d'Eſpagne, d'une boule de ſouffre, &c, qu'on a électriſée.

Explication.

Pourquoi les petits corps électriſés par le verre, & qui s'en écartent enſuite, ne s'éloignent pas de même d'un bâton de cire d'Eſpagne électriſé.

Avant que d'entrer dans l'explication de ce fait, il eſt bon d'avertir le Lecteur, qu'il n'eſt pas conſtant; & que, quand on fait l'expérience un grand nombre de fois & en différents temps, on éprouve ſouvent que le ſoufre, la cire d'Eſpagne & les corps réſineux, étant électriſés, repouſſent au lieu d'attirer, ce que le verre a rendu électrique. *Voyez* à la fin du Tome II de mes *Lettres ſur l'Electricité*, l'article 45 des expériences vérifiées en préſence des Commiſſaires nommés par l'Académie Royale des Sciences.

Mais comme ce fait ſe préſente aſſez communément tel que je l'ai énoncé d'abord, il faut que je diſe comment il peut avoir lieu, & par

quelles raisons il peut manquer.

XXI. LEÇON.

Pour être en état de bien entendre l'explication qu'on peut donner de ce cinquieme fait, il faut se faire une idée bien nette de ce qui se passe entre deux corps dont l'un seulement est électrisé, ou entre deux corps qui le sont tous deux.

Dans le premier cas, c'est-à-dire, lorsque l'un des deux corps seulement est électrisé, *il sort de celui qui ne l'est pas, une matiere qui est affluente par rapport à l'autre* [14]; *& de celui-ci, il s'élance perpétuellement des aigrettes dont les rayons sont divergents entr'eux* [10].

Dans le second cas, c'est-à-dire, quand les deux corps, qui sont en présence l'un de l'autre, sont actuellement électriques, *il sort de tous deux une matiere effluente* [10], dont les rayons vont en sens contraires de l'un à l'autre corps. Et, *tandis que cette matiere émane ainsi des deux corps, une semblable matiere vient de toutes parts à eux, soit de l'atmosphere, soit des corps voisins, pour remplacer & perpétuer ces emanations* [11] & [14].

Ainsi, dans l'un & dans l'autre cas,

la matiere électrique qui vient de l'un des deux corps, est toujours opposée à celle qui vient de l'autre; & , par conséquent, pour qu'ils puissent s'approcher, il faut de deux choses l'une, ou que ces rayons qui vont en sens contraires de l'un à l'autre corps, perdent toute leur action, ou que chacun de ces deux courants trouve un passage assez libre dans le corps qu'il rencontre; car si ces émanations subsistent, & qu'en sortant de l'un des deux corps, elles ne puissent pas facilement entrer dans l'autre, elles ne manqueront pas d'entretenir une distance entre les deux; ce que l'on a nommé *répulsion*. Revenons maintenant à notre fait

La petite feuille de métal électrisée fuit constamment tout verre électrique, parce que, comme on l'a dit ci-dessus, *son volume augmenté par une atmosphere de rayons divergents, donne assez de prise aux émanations du verre* 10°.

La même chose n'arrive pas lorsqu'on lui présente un morceau de soufre ou de cire d'Espagne nouvellement frotté, pour deux raisons: la

XXI. LEÇON.

premiere, parce que les rayons effluents des ces matieres électriſées *ſont plus foibles que ceux du verre*, & qu'apparemment la matiere qui ſort d'un bâton de cire d'Eſpagne électriſé, n'a pas plus de force ordinairement que celle qui *vient de tout autre corps non électrique en préſence d'un corps électriſé* [14], & qui n'empêche pas, comme on ſait, l'approximation réciproque. La ſeconde raiſon eſt que *les matieres réſineuſes, le ſoufre, les gommes, &c, dans leſquelles le fluide électrique a peine à ſe mouvoir pour l'ornaire, en ſont pénétrés plus facilement, quand on les frotte ou qu'on les chauffe* [7].

Ainſi la feuille de métal électriſée n'eſt pas repouſſée par le ſoufre qu'on vient de frotter, parce que les rayons effluents de cette petite feuille le pénétrent, comme elle eſt pénétrée elle-même par ceux de ce ſoufre électriſé; & cette pénétration mutuelle fait que la réſiſtance eſt moindre entre ces deux corps, que par-tout ailleurs aux environs; car c'eſt un fait, *que la matiere électrique a plus de peine à pénétrer dans l'air de l'atmoſphere que dans les corps les plus denſes & les plus durs* [8]. Voilà

Voilà ce qui arrive le plus communément ; mais il peut ſe faire auſſi que les rayons effluents de la petite feuille électriſée manquent de force pour pénétrer dans le ſoufre, ou que celui-ci ne ſoit pas aſſez pénétrable pour eux, faute de n'avoir pas été frotté ou chauffé ſuffiſamment, ou que ſes propres effluences ayant trop de vigueur, empêchent celles de la petite feuille d'arriver juſqu'à lui ; & alors il y a répulſion comme en préſence du verre électriſé.

Il eſt inutile de dire que je nomme ici le ſoufre pour toutes les ſubſtances qui produiſent ce même effet ; & ce qui me fait croire que la répulſion ou l'attraction, en pareil cas, dépend de quelqu'une des cauſes que je viens d'alléguer, c'eſt que ſouvent la même boule de ſoufre, le même bâton de cire d'Eſpagne, attire ce qu'il repouſſoit, ou repouſſe ce qu'il attiroit un inſtant auparavant, & ſans être frotté de nouveau, mais ſeulement parce qu'on le préſente un peu plutôt ou un peu plus tard, de plus près ou de plus loin.

De tous les phénomenes élec-

XXI. LEÇON. Le fait dont il s'agit ici n'est pas constant.

triques, il n'en est pas de moins certain, de moins constant que celui dont il est ici question ; si quelqu'un peut se vanter de le faire réussir à son gré toutes les fois qu'il voudra, il faut qu'il soit sûr de réunir des circonstances très-difficiles à saisir : & dès-lors, je dis que c'est un effet variable ; non pas qu'il n'arrive sûrement quand tout ce qui doit le produire sera rassemblé ; avec cette condition, tout effet naturel est infaillible ; mais parce qu'il dépend de plusieurs causes très-délicates, & que le plus habile Physicien auroit bien de la peine à prévoir & à régler la part que chacune d'elles doit y avoir.

VI. FAIT.

Un corps électrisé par frottement ou par communication, attire & repousse en même temps, par le même côté de sa surface, plusieurs corps légers qu'on lui présente, de-sorte que les uns vont à lui, tandis que les autres s'en écartent.



EXPLICATION.

XXI. LEÇON. Comment les attractions & répulsions électriques sont simultanées.

LE phénomene des attractions & répulsions simultanées, est celui contre lequel viennent échouer sans ressource tous ceux qui prétendent expliquer les effets de la vertu électrique avec un seul courant de matiere. Quand on n'attribue au corps électrisé que celle qui lui vient du dehors, on peut bien par-là rendre raison jusqu'à un certain point, des mouvements qu'on nomme *attractions*: on en est quitte après pour glisser légérement sur la cause des *répulsions*. Si l'on n'admet que la matiere lancée de toutes parts autour du corps électrisé, on peut bien dire pourquoi il chasse les petits corps qui le touchent, comment il les tient écartés de lui; & l'on répond comme on peut, à ceux qui demandent d'où vient que de pareils corps sont attirés. Mais il faut se taire ou dire de mauvaises raisons, quand il s'agit d'expliquer comment, par l'un ou par l'autre de ces deux courants, des corps tout semblables entr'eux sont poussés en même temps, les uns

XXI. LEÇON. dans un ſens, les autres dans un ſens oppoſé. Auſſi met-on ce fait à l'écart, comme s'il n'exiſtoit pas; & quoique je l'aie objecté bien des fois, perſonne n'a fait ſemblant de m'avoir entendu.

Pour moi qui ai duement prouvé que ces deux courants exiſtent en même temps autour du corps électriſé, & qui ai expliqué ci-deſſus les attractions par l'un, & les répulſions par l'autre, je n'ai qu'un mot à ajouter, pour faire remarquer que ces deux effets peuvent avoir lieu enſemble.

En effet, puiſque *la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, eſt diviſée par rayons, dont chacun eſt animé d'un mouvement propres & progreſſif* 5, 10, 11; n'eſt-il pas tout ſimple que chacun d'eux entraîne avec lui tout ce qu'il trouve en ſon chemin, d'aſſez mobile pour obéir à ſon impulſion? Les corps attirés ſont donc ceux qui obéiſſent à la matiere affluente, & les corps repouſſés ſont ceux qui ſont emportés par la matiere effluente.

Les uns & les autres devroient

naturellement aller & venir en ligne droite, *ainſi que le fluide inviſible qui les entraîne* [5]. Mais comme les mouvements ſont oppoſés, il eſt preſque impoſſible qu'il n'arrive des chocs & des déviations ; & parce que c'eſt le hazard qui les produit, les effets apparents qui en réſultent, ſont auſſi de ceux qu'on ne peut pas prédire.

Comme toutes les parties du corps électriſé ont leurs effluences & leurs affluences, il doit y avoir auſſi attractions & répulſions ſimultanées à chacune d'elles ; les effets ont lieu par-tout où régnent les cauſes.

VII. FAIT.

Les attractions & les répulſions électriques, toutes choſes égales d'ailleurs, ſont plus ou moins vives, & s'étendent à des diſtances plus ou moins grandes, ſuivant la nature des ſupports, ſur leſquels ſont placés les petits corps qui doivent être attirés & repouſſés.

EXPLICATION.

LES corps qui ſont attirés en apparence, ſont pouſſés réellement vers

XXI. LEÇON.

Comment la nature des supports influe sur les attractions & répulsions.

le corps électrisé, *par la matiere électrique qui lui vient de toutes parts* [11]. Mais cette matiere affluente ne lui vient pas seulement de l'air; elle vient aussi *de tous les autres corps du voisinage, qui sont capables de s'électriser par communication* [14]; *& dans ceux-là, la matiere électrique se meut avec bien plus de facilité que dans tous les autres, tant pour entrer que pour sortir* [7]. Si vous placez donc des corps légers sur un support de métal, sur la main d'un homme, &c, ils seront portés au tube ou au conducteur électrisé plus vivement & de plus loin, que s'ils étoient placés sur un gâteau de résine, ou suspendus en l'air; parce que la matiere électrique, que la présence du corps électrisé détermine à venir à lui, *sort du métal & des corps vivants, &c, plus abondamment & avec plus de force que des corps résineux & de l'air* [7] & [14].

De même, quand ces petits corps ont touché le tube de verre ou le conducteur qui les attire, ils sont électrisés eux-mêmes, repoussés vers leur support, & hors d'état d'être attirés de nouveau, jusqu'à ce qu'ils

aient perdu leur électricité acquise; or, *comme rien n'est plus propre à la leur ôter promptement que le métal non isolé* [17], ils ne l'ont pas plutôt touché, que la matiere affluente les reprend, pour les entraîner au corps électrisé. Au lieu que si le support étoit de la cire d'Espagne ou quelque matiere résineuse, le petit corps électrisé n'y perdroit sa vertu que lentement; & quand il auroit repris son premier état, & qu'il seroit sujet à attraction, *la matiere qui vient d'un pareil support, est si foible* [7], qu'elle ne le porteroit qu'avec peine vers le tube ou vers le conducteur.

On voit par-là comment les attractions & répulsions électriques peuvent devenir plus fortes ou plus foibles par le voisinage de certains corps, & combien il est important d'avoir égard à ces circonstances, quand on fait ces sortes d'expériences, dans la vue de résoudre quelque question.

VIII. FAIT.

Tout ce qu'on veut électriser par communication, doit être posé sur des matieres qui ne s'électrisent bien

XXI. LEÇON.

que par frottement; telles sont le soufre, la cire d'Espagne, les résines, la soie, &c.

EXPLICATION.

Pourquoi certaines matieres sont plus propres que d'autres à isoler les corps qu'on veut électriser par communication.

Un corps s'électrise par communication, lorsque la matiere électrique, *qui réside en lui* 4, reçoit du mouvement par le contact ou l'approximation d'un corps déja électrique, qui la détermine à se porter du dedans au dehors: or la cause qui détermine, doit agir d'autant plus efficacement, qu'elle agit sur un corps plus isolé ou plus petit, puisqu'alors elle a moins de matiere à mettre en mouvement. Un homme qui se tient placé immédiatement sur le plancher d'une chambre, ne s'électrise que très-peu ou point, parce qu'il communique avec de grandes masses qui sont électrisables comme lui, & que l'action qu'on exerce sur la matiere électrique qui réside en lui attaque en même temps *celle de tous les autres corps* 4, avec lesquels il a communication. Et cette action partagée à tant de corps, n'a presque point d'effet sensible sur aucun d'eux.

Il n'en est pas de même, si l'on met

met un gâteau de résine sous les pieds de cet homme ; comme *les corps de cette espece ne s'électrisent presque point par communication* 7, le corps électrique qui doit communiquer sa vertu, n'agit alors que sur l'homme isolé, & ne détermine au mouvement que la matiere qui est en lui.

XXI. LEÇON.

Pour rendre cette explication plus claire, il faut que je reprenne les choses de plus haut, & que je dise de quelle maniere je conçois qu'un corps s'électrise quand on le frotte, & comment, une fois électrisé, il communique sa vertu à un autre corps.

Idée de l'électrisation ; ou de la maniere dont l'Electricité s'excite par le frottement.

QUAND je frotte un tube de verre, un bâton de cire d'Espagne, une boule de soufre, &c, je mets en mouvement & les parties du corps frotté, & la matiere électrique qui en remplit les pores : est-ce aux parties du verre que le mouvement s'imprime d'abord pour se communiquer ensuite à la matiere électrique, ou tout au contraire ? C'est ce que j'examinerai ailleurs ; mais il est sûr *que la matiere électrique s'élance sensiblement du dedans au dehors* 10, & le

XXI. LEÇON.

verre s'échauffe : en voilà assez pour me faire croire que tout est agité.

Le corps frotté ne s'épuise point par ces émanations continuelles, quelque temps qu'elles durent, parce que la matiere électrique qui sort, est toujours remplacée *par une matiere semblable* 11, *qui vient non-seulement de l'air, mais même de tous les autres corps qui sont dans le voisinage* 14. *Si la matiere électrique est présente par-tout* 4, comme il y a tout lieu de le croire, elle doit s'empresser de remplir tous les espaces qui se trouvent vuides des parties de son espece : c'est le propre des fluides, de se répandre uniformément, & de se mettre en équilibre avec eux-mêmes : représentez-vous un seau percé de toutes parts, que vous auriez plongé dans un bassin; si vous épuisiez tout-à-coup ce vaisseau avec une pompe ou autrement, ne se rempliroit-il pas aussi-tôt aux dépens de l'eau du bassin, & ce remplacement ne se feroit-il pas autant de fois que l'épuisement seroit réitéré?

L'Electricité n'est donc rien autre chose que l'état d'un corps qui reçoit

continuellement les rayons convergents d'une maniere très-subtile, tandis qu'il laisse échapper de toutes parts des rayons divergents d'une pareille matiere ; il est comme la source de celle-ci, & le terme de celle-là. Et comme l'effluence de l'une occasionne l'affluence de l'autre, le remplacement entretient aussi la durée des émanations.

Idée de la maniere dont les corps s'électrisent par communication.

APPROCHONS maintenant d'un corps qui est dans cet état, un autre corps capable de s'électriser par communication & convenablement isolé : la matiere électrique qui est en repos dans ce corps, doit se mettre en mouvement, & se porter du dedans au dehors par deux raisons : 1°, Parce que *tout ce qui est dans le voisinage d'un corps électrisé, lui fournit cette matiere que nous avons nommée affluente* [14]. 2°, Parce qu'une partie de cette même matiere qui réside dans le corps qu'on approche du corps électrisé, doit recevoir des impulsions continuelles de la part des rayons effluents qui s'élancent de celui-ci, *& qui sont capables de pénétrer dans les corps les plus compacts* [6].

XXI. LEÇON.

Mais si ce corps perd ainsi la matiere électrique qui réside en lui, ou il doit bien-tôt s'épuiser, ou bien il faut qu'il reprenne d'ailleurs une matiere semblable à celle qu'il perd; or on ne peut pas dire qu'il s'épuise, car ces émanations durent autant de temps qu'on veut les exciter; mais il lui arrive ce qu'on observe en général à tout ce qui est actuellement électrique, soit par communication, soit par frottement; *tant que dure l'émanation de la matiere intérieure, une pareille matiere vient de toutes parts remplacer celle qui sort* [11]. Ainsi l'Electricité communiquée, comme celle qu'on excite par frottement, consiste toujours dans une effluence & dans une affluence simultanées de la matiere électrique.

Comme le premier de ces deux mouvements naît en partie par l'impulsion ou par le choc, dans le corps qu'on électrise par communication, & qu'un certain choc ne peut animer sensiblement qu'une certaine quantité de matiere, il est nécessaire de limiter celle que doivent mouvoir les rayons effluents du corps élec-

trique communiquant ; & c'eſt ce que l'on fait en interpoſant quelque matiere réſineuſe, *peu propre à être pénétrée par le fluide électrique* 7, & qui interrompt fort à propos la continuité des corps électriſables.

XXI. LEÇON.

IX. FAIT.

Dans l'expérience de Hauxbée, qui eſt ſi connue (*A fig.* 19), des fils arrêtés au centre d'un globe de verre électriſé, ſe dirigent en forme de rayons qui tendent à l'équateur du globe ; & d'autres fils attachés à un cerceau en dehors, prennent une tendance convergente au centre de ce même globe.

EXPLICATION.

Explication de l'expérience d'Hauxbée & de ſes circonſtances.

Après ce que j'ai dit ci-deſſus pour expliquer les attractions électriques, il ne me reſte qu'à faire remarquer ici que les deux ſurfaces du verre s'électriſent enſemble, quoiqu'on n'en frotte qu'une. Les fils attachés au centre du globe, ſont dirigés vers la ſurface intérieure par la matiere affluente qui les enfile, en venant de l'air extérieur, par l'axe ſur le-

XXI. LEÇON.

quel ils sont arrêtés ; & ceux du cerceau deviennent convergents au globe par une pareille matiere qui se rend de toutes parts à la surface extérieure.

Une circonstance assez singuliere de cette expérience, & qui mérite plus d'attention que le reste, c'est que les fils du dedans changent de place, & semblent s'écarter quand on souffle sur le verre, ou qu'on présente le doigt par dehors à l'endroit où ils tendent.

On peut rendre raison de ces effets, en disant, 1°, que le souffle le plus souvent chargé d'humidité, diminue ou fait cesser l'électricité à la partie du verre qu'il attaque, & alors le fil qui s'y dirigeoit, retombe par son propre poids: 2°. Quand on approche le doigt de la surface extérieure, *la matiere qui sort de ce doigt, en la présence du globe électrisé* [14], passe à travers le verre, & va fortifier les aigrettes de l'autre surface; & alors ces effluences de la surface intérieure l'emportent en force sur la matiere affluente qui dirige le fil, & elles le repoussent pour un temps.

Je n'imagine pas gratuitement que la matiere qui ſort du doigt en pareil cas, pénétre dans le verre, & va fortifier les effluences de la ſurface intérieure du globe. Si l'on fait entrer dans ce vaiſſeau un peu de ſciure de bois ou de ſon de farine, on verra très-diſtinctement chaque petite parcelle s'élancer & ſauter, quand le bout du doigt ſe préſentera deſſous; c'eſt une épreuve que j'ai répétée cent fois.

X. FAIT.

Certains corps ont peine à s'électriſer les uns par frottement, les autres par communication, tandis que d'autres deviennent fortement électriques de l'une ou de l'autre maniere; ſi la matiere électrique réſide par-tout, d'où peut venir cette différence?

EXPLICATION.

Pourquoi certains corps s'électriſent mieux par le frottement, & d'autres par la communication.

UN corps n'eſt point électriſé, pour avoir en ſoi la matiere électrique; *il faut que cette matiere en ſorte pour être remplacée par une ſemblable* 10 & 11; il faut qu'il y ait effluence & affluence, comme je l'ai

XXI. Leçon.

dit plusieurs fois ci-dessus; or cette matiere, toute subtile qu'elle est, *ne pénétre pas tous les corps indistinctement & avec la même facilité* [7]; elle trouve dans les uns des passages plus libres que dans les autres, tant pour sortir que pour entrer.

D'ailleurs il est probable que ces élancements sont causés & entretenus par quelque mouvement intestin, imprimé aux parties du corps que l'on a frotté: j'ai lieu de croire que le ressort de ces parties y entre pour beaucoup; car j'observe qu'en général les corps dont les parties ont le plus de roideur, sont aussi les plus propres à s'électriser par frottement.

XI. Fait.

Quoique tout ce qui est léger & libre puisse être attiré ou repoussé par un corps actuellement électrique, il y a pourtant certaines matieres qui obéissent plus vivement que d'autres à ces attractions & répulsions.

Explication.

L'expérience a fait connoître que cette disposition plus ou moins

grande à être attiré & repoussé par un corps électrique, dépend moins de la nature des matieres que d'un assemblage plus ou moins serré de leurs parties. On apperçoit aisément la raison de ce phénomene, quand on considere que les mouvements alternatifs, d'attraction & de répulsion, sont les effets de la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, qui, quoiqu'assez subtile pour pénétrer dans les corps les plus compacts, & pour se faire jour au travers de leurs pores, n'en est pas moins une matiere composée de parties solides, capables par conséquent de heurter & d'entraîner avec elle tout ce qu'elle rencontre de solide dans son chemin. Les corps les plus denses doivent donc lui donner plus de prise que les autres; une paillette de métal, plus qu'un fragment de papier; un ruban mouillé ou gommé, plus que le même ruban, s'il étoit lavé & sec, &c.

Pourquoi il y a des corps plus susceptibles les uns que les autres, des attractions & répulsions électriques.

UNE chose à laquelle il faut encore faire attention, c'est que les corps qui sont attirés & repoussés le plus vivement, sont justement ceux

Observation importante.

XXI. LEÇON.

qui s'électrisent le mieux par communication ; une feuille de métal à qui l'on présente un tube de verre nouvellement frotté, s'électrise d'abord peu ou beaucoup, c'est-à-dire, que la matiere électrique qui réside en elle, se dispose à sortir de toutes parts, ou sort réellement.

Le premier de ces deux états, (lorsqu'elle n'est point encore électrique, mais toute prête à l'être), état qui ne peut cesser que quand elle ne touchera plus la table ou le corps non électrique qui la soutient ; ce premier état, dis-je, la met plus en prise qu'un morceau de papier, à la matiere affluente qui va au tube; car outre son excès de densité, elle oppose encore des pores pleins d'une matiere presqu'effluente ; de sorte qu'elle n'a peut-être aucun point de sa surface qui ne soit susceptible du choc qui tend à la mener au tube.

Lorsqu'elle s'enleve, & qu'elle commence à s'approcher du tube, elle s'électrise alors de plus en plus, & *son volume augmente par une atmosphere de rayons divergents* 10,

comme je l'ai dit ci-dessus. Et il augmente quelquefois, de maniere que rencontrant les rayons de la matiere effluente du tube en suffisante quantité, la petite feuille de métal rétrograde avant qu'elle ait touché le corps électrique qui l'attiroit.

Cette activité, comme l'on voit, tant pour aller au tube que pour s'en écarter, vient donc en très-grande partie de la facilité avec laquelle certains corps reçoivent l'électricité d'un autre.

XII. FAIT.

L'Electricité se communique presqu'en un instant par une corde de douze cents pieds & plus, à laquelle on fait faire plusieurs retours : comment se peut-il faire que la matiere électrique passe si promptement d'un bout à l'autre de cette corde, & qu'elle en suive ainsi les différentes directions ?

EXPLICATION.

C'EST une supposition très-vraisemblable, & que les plus habiles Physiciens n'ont pas fait difficulté

XXI. LEÇON.

Comment la vertu électrique peut se transmettre en si peu de temps à des distances très-grandes.

d'avancer ou d'admettre que, dans les corps les plus denses, il y a plus de vuide que de plein, plus de pores que de parties solides; on peut donc croire, à plus forte raison, que dans une corde, dans une verge de fer, &c, la porosité est telle, que la matiere électrique (*fluide subtil qui réside par-tout* [4]) jouit d'une continuité de parties non interrompue; ainsi, dès que les rayons ou les filets de cette matiere très-mobile par elle-même, sont poussés par un bout, ou déterminés à se mouvoir, comme je l'ai dit ci-dessus, je conçois que le mouvement est bien-tôt transmis jusqu'à l'autre extrémité; ou que les premieres parties venant à sortir, donnent lieu aux autres de les suivre sans délai, à peu-près comme le mouvement se transmet par une file de corps élastiques & contigus; ou bien comme l'eau d'un canal se meut toute entiere, dès qu'on lui permet, ou qu'on la force de couler par un bout.

Ainsi, quand j'électrise une corde de deux cents toises par l'une de ses extrémités, je ne prétends pas

que, dans le premier inſtant, les rayons effluents de l'autre bout ſoient individuellement la matiere électrique du tube qui ait parcouru toute la longueur de la corde, mais ſeulement une matiere ſemblable, qu'elle a trouvé réſidente dans la corde, & qu'elle a pouſſée devant elle.

Si le fluide électrique ou le mouvement qui lui eſt imprimé, ſuit toujours la corde, malgré ſes détours & ſes ſinuoſités, c'eſt vraiſemblablement en conſéquence de ce principe que j'ai déja cité pluſieurs fois: *que la matiere électrique trouve moins d'obſtacles dans les corps les plus denſes, que dans l'air même de l'atmoſphere* [8]. Elle ſuit les différentes directions du corps qui lui oppoſe le moins de réſiſtance.

XIII. FAIT.

Une légere humidité nuit à l'Electricité qu'on excite par frottement; & bien loin d'être nuiſible, elle eſt favorable à l'Electricité par communication.

XXI. LEÇON.

Explication.

Pourquoi l'humidité, qui ne nuit point à l'électricité que l'on communique, met un obstacle considérable à celle qu'on veut exciter par frottement.

L'ELECTRICITÉ que l'on fait naître par frottement, dépend beaucoup d'un certain mouvement intestin que l'on fait prendre aux parties propres du corps que l'on frotte; & ce mouvement lui-même, cette espece d'irritation exige que les parties soient libres, & jouissent de toute leur élasticité; une vapeur humide, ou une légere couche d'eau, empêche apparemment que ces parties ne se mettent en jeu, ou bien elle empâte, pour ainsi dire, les pores, & ne permet pas que la matiere électrique s'y meuve librement, tant pour entrer que pour sortir.

L'Electricité qui se communique par des conducteurs, ne leur doit, suivant toutes les apparences, que les passages libres qu'ils donnent à la matiere électrique; ce sont des milieux purement passifs: or l'expérience fait connoître que l'eau reçoit & transmet aisément cette matiere; par conséquent, si elle se trouve unie à quelqu'autre substance, bien loin d'empêcher que celle-ci

ne s'électrise par communication, elle doit au contraire faciliter cet effet.

XIV. FAIT.

L'électrisation augmente la transpiration des animaux, accélere l'évaporation des liqueurs, & desseche les corps solides qui ont quelque suc ou quelque humidité à perdre.

Ces faits sont prouvés par une suite d'expériences que j'ai publiées dans les 4[e] & 5[e] Discours de mes *Recherches* sur les causes particulieres des phénomenes électriques, & dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année* 1747, p. 234 *& suiv.*

EXPLICATION.

Comment l'Electrisation accélere l'évaporation des liquides, la transpiration des animaux, &c.

IL faut se rappeller ici la 14[e] Expérience de la II Section, dans laquelle nous avons vu que des écoulements qui se faisoient naturellement goutte à goutte, ont été vivement accélérés par l'électrisation ; nous avons attribué cet effet aux effluences de la matiere électrique, qui entraînent rapidement les petites gouttes de liqueur qu'elles trouvent

XXI. LEÇON.

sur leur chemin ; & en effet cette cause se présente si naturellement, qu'il n'est pas possible de la méconnoître. On peut de même lui attribuer ce qui arrive aux animaux & aux corps évaporables qu'on électrise ; la transpiration est un écoulement insensible qui se fait par les pores de la peau ; quand la matiere électrique est forcée de sortir par ces mêmes issues, elle entraîne ce qu'elle y rencontre ; si cela dure un certain temps, l'animal, à la fin, se trouve avoir plus transpiré qu'il n'auroit fait dans son état naturel.

C'est à-peu-près la même chose pour les corps capables d'évaporation ; quand on les électrise, ces mêmes effluences dont nous venons de parler, emportent avec elles les parties superficielles d'une liqueur ; ou bien elles chassent hors du corps d'où elles sortent, ce qu'elles trouvent de liquide dans ses pores : ainsi après une électrisation de quelque durée, on trouve un déchet sensible dans le poids.

XV. FAIT.

On augmente aussi la transpiration des animaux, & l'on fait diminuer le poids des substances évaporables, en les plaçant seulement auprès des corps qu'on électrise.

Cela est encore prouvé par un grand nombre d'expériences que l'on trouvera à la suite de celles que j'ai citées ci-dessus.

EXPLICATION.

Pourquoi cet effet a lieu pour des corps non isolés qui sont placés dans le voisinage des corps qu'on électrise.

Nous avons vu par la 20e Expérience de la II Section, que la matiere électrique qui vient des corps environnants au corps électrisé, accélere aussi les écoulements qui ne sont pont isolés; il est donc comme indubitable que la même matiere, en sortant de l'animal pour se rendre au corps qu'on électrise, précipite la transpiration, qui, sans cela, se feroit avec plus de lenteur.

Il est aisé de comprendre aussi qu'en pareil cas une liqueur s'évapore plus vîte que de coutume, étant aidée par le fluide électrique qui traverse toute sa masse, pour

XXI. LEÇON.

arriver au corps électrisé : une poire ou un autre fruit, doit perdre aussi une portion de ses sucs, par la même cause.

XVI. FAIT.

Les attractions & les répulsions ne sont pas aussi régulieres dans le vuide que dans l'air libre.

EXPLICATION.

Pourquoi les attractions & répulsions électriques sont moins régulieres dans le vuide qu'en plein air.

POUR que ces mouvements aient, une certaine régularité, il faut que les effluences électriques conservent leur forme ordinaire d'aigrettes épanouies ; il faut que leurs rayons, séparés les uns des autres, aient une certaine divergence, afin que les rayons de la matiere affluente puissent passer entr'eux, & y faire passer avec eux les petits corps qu'ils entraînent ; mais cette divergence si nécessaire aux rayons de la matiere effluente, vient principalement de la résistance qu'ils éprouvent de la part de l'air, en débouchant du conducteur ; cela n'a presque plus lieu dans le vuide ; les rayons effluents n'ont plus d'autre cause de diver-

gence que l'impétuosité de leur éruption ; & l'on peut voir, en faisant l'expérience dans l'obscurité, qu'ils demeurent réunis plusieurs ensemble, sous la forme de gros jets lumineux.

Ce qui prouve bien que c'est-là la véritable cause de cette diminution ou irrégularité qu'on remarque dans les attractions & répulsions éprouvées dans le vuide, c'est que l'on corrige ce défaut, en terminant le conducteur qui porte l'Electricité dans le récipient, par une bouteille de verre dont le fond soit arrondi, & qui contienne de l'eau ou du mercure (*B fig.* 19); car comme le verre tamise davantage la matiere électrique effluente, & la divise en petits jets, les choses se passent alors à-peu-près comme dans l'air libre.



XXI. LEÇON.

ARTICLE SECOND,

Contenant les Phénomenes de la seconde Classe.

Phénomenes de la seconde classe presque entiérement ignorés des Anciens.

Les Anciens n'ont point ignoré que l'ambre nouvellement frotté, jette quelque lueur en même temps qu'il attire les petites pailles ou autres corps légers qui sont à sa portée ; mais voilà tout ce qu'on peut légitimement leur attribuer touchant la connoissance des lumieres électriques, considérées comme telles : c'est l'ouvrage de nos jours d'avoir rapporté à l'Electricité certains feux, connus véritablement dans l'Antiquité, mais dont on ignoroit si bien la cause, qu'on les a pris pour des prodiges.

Les phénomenes d'Electricité, dans lesquels il y a lumiere ou inflammation, sont ceux qui ont le plus excité l'admiration des Physiciens qui les ont découverts, & l'étonnement des Amateurs ou des Curieux, à qui on les a montrés : je n'oublierai jamais la surprise que nous causa, à M. Dufay & moi, la

premiere étincelle que nous vîmes éclater ſur la jambe d'un des nôtres que nous avions électriſé : on ſe ſouviendra long-temps d'avoir vu la Cour & la Ville ſe rendre avec le plus grand empreſſement dans nos Laboratoires, pour y voir, pour y reſſentir cette eſpece de fulmination qu'on nomme aujourd'hui *l'Expérience de Leyde* ; on ſe ſouviendra d'avoir vu juſqu'au peuple s'en divertir à prix d'argent dans les lieux publics.

Les feux électriques plus propres que les autres phénomenes à nous éclairer ſur la nature & ſur les cauſes de l'Electricité.

LA matiere électrique devenant apparente par elle-même, lorſqu'elle s'anime juſqu'à s'enflammer, nous laiſſe bien mieux appercevoir les différents mouvements dont elle eſt capable, que dans les autres cas où elle demeure inviſible : c'eſt auſſi à la faveur de ces effets acompagnés de lumiere, que nous ſommes parvenus à démêler les cauſes immédiates & à former des conjectures plauſibles ſur celles qui ne ſont pas ſuſceptibles d'être recherchées, par la voie de l'expérience : ſi l'Electricité s'étoit manifeſtée d'abord par de tels ſignes, il eſt à préſumer que, n'ayant plus

affaire à un être invisible, nous aurions sçu plutôt en quoi consiste essentiellement cette mystérieuse vertu. Les faits qui nous restent à expliquer, pour être les plus brillants & les plus singuliers, ne sont pas les plus difficiles.

I. FAIT.

A l'extrémité d'une barre de fer, ou au bout du doigt d'un homme qu'on électrise fortement & de suite, il paroît communément un bouquet ou une aigrette de rayons enflammés, qu'on entend bruire sourdement, & qui fait sur la peau une impression assez semblable à celle d'un souffle léger.

EXPLICAION.

Comment se forment les aigrettes lumineuses.

JE considere chaque particule de matiere électrique, comme une petite portion *de feu élémentaire, ou de toute autre matiere analogue à celle-là, & capable, comme elle, de s'enflammer par le choc* [3]. Lorsque cettte matiere, *qui s'élance hors du corps électrisé*, y rencontre *celle qui vient la remplacer* [10 & 11], elle reçoit un choc qui la fait briller à nos yeux. Deux cailloux trans-

parents deviennent lumineux en se heurtant ; pourquoi la matiere électrique ne feroit-elle pas la même chose, elle qui ressemble si bien à la matiere de la lumiere, que la plupart des Physiciens pensent que c'est elle-même ?

Les particules de matiere électrique, qui s'allument & s'entre-choquent, & que l'inflammation rend visibles, doivent paroître rangées dans l'ordre avec lequel elles sortent du corps électrisé : or *la matiere effluente s'élance toujours en forme d'aigrettes ou de bouquets épanouis* [9].

Si l'inflammation de la matiere électrique vient de la collision des parties qui vont en sens contraires, & de l'éclat subit qui s'ensuit, &c, comme il y a tout lieu de le penser, nous ne devons pas chercher ailleurs la cause de ce petit bruit qu'on entend, quand on apperçoit les aigrettes lumineuses ; car tout corps qui éclate subitement, frappe & fait retentir l'air qui l'environne, plus ou moins fort, suivant la grandeur de son volume & la promptitude de son expansion.

XXI. LEÇON.

Enfin le souffle léger qu'on sent sur la peau, quand on présente le visage ou le revers de la main aux bouquets lumineux, est l'effet naturel & ordinaire d'un fluide qui a un courant déterminé, & qui se meut avec une vîtesse sensible; or *cette matiere, qui brille au bout d'une barre de fer électrisée, vient évidemment de l'intérieur de cette barre, & se porte progressivement aux environs jusqu'à une certaine distance.*

Pourquoi ces feux ne produisent qu'un vent frais.

On dira peut-être qu'une matiere enflammée devroit être brûlante, ou chaude au moins; au lieu que les aigrettes lumineuses dont il est ici question, ne font sentir qu'un souffle dont le sentiment tient moins de la chaleur que du frais.

Mais ne sait-on pas que les idées de chaud & de froid sont relatives à nos sens, & que ce qu'on appelle *frais*, n'est autre chose qu'une chaleur très-tempérée & un peu moindre que celle de notre état ordinaire? Ne sait-on pas aussi que les substances les plus légeres, les plus raréfiées, s'embrasent le plus aisément, c'est-à-dire, que telles d'entr'elles s'enflamment

flamment par un degré de chaleur qui suffiroit à peine pour échauffer sensiblement un corps plus dense ? Ne souffre-t-on pas de l'esprit-de-vin ou de l'éther enflammé au bout de son doigt ?

Cela suffit pour nous faire concevoir qu'il peut y avoir de véritables inflammations qui n'atteignent pas au degré de chaleur, qui nous est naturel & ordinaire : telle est apparemment celle de la matiere électrique, lorsque la divergence de ses rayons lui fait prendre un certain degré de raréfaction.

Ce qui rend ma conjecture vraisemblable, c'est que, quand cette même matiere vient à se condenser, alors elle devient un feu assez actif pour entamer les autres corps : ces mêmes aigrettes, qui ne faisoient sentir qu'un souffle léger, brûlent vivement, comme on le va voir.

II. FAIT.

Lorsqu'on approche de fort près le bout du doigt ou un morceau de métal, d'un corps quelconque fortement électrisé, on apperçoit une

XXI. LEÇON.

ou plusieurs étincelles très-brillantes qui éclatent avec bruit; & si ce sont deux corps vivants que l'on applique à cette épreuve, l'effet dont je parle, est accompagné d'une piquure ou d'une commotion qui se fait sentir de part & d'autre.

EXPLICATION.

Ce qui fait éclater les étincelles électriques.

QUAND on présente un corps non isolé (sur-tout si c'est un animal ou du métal), à un autre corps fortement électrisé, les rayons effluents de celui-ci, *naturellement divergents* [9] & par conséquent raréfiés, acquierent une plus grande force, pour deux raisons; 1°, parce qu'ils coulent avec plus de vîtesse; 2°, parce que leur divergence diminue, & qu'ils se condensent: deux circonstances qu'il est aisé d'observer, si l'on présente le doigt aux aigrettes lumineuses, & qui s'expliquent aisément quand on sait d'ailleurs que *la matiere électrique trouve moins de difficulté à pénétrer dans les corps les plus denses, que dans l'air même de l'atmosphere* [8]. Ce n'est donc plus seulement une matiere effluente & rare qui heurte une autre

matiere venant de l'air avec peu de vîtesse, comme dans le premier fait; c'est un fluide condensé & accéléré qui en rencontre un autre (*celui qui vient du doigt* [14]) presque aussi animé que lui & par les mêmes raisons; ainsi le choc doit être plus violent, l'inflammation plus vive, le bruit plus éclatant.

Si les deux corps qui s'approchent, tant celui qui est électrisé que celui qui n'est point isolé, sont tous deux animés, l'étincelle éclate avec douleur de part & d'autre, parce que les deux filets de matiere enflammée, qui se rencontrent & qui se choquent fortement, souffrent chacun une répercussion qui rend leur mouvement rétrograde; & cette réaction d'un filet de matiere qui se dilate en s'enflammant, doit distendre avec violence les pores de la peau, ou remonter même assez avant dans le bras, comme cela arrive en effet le plus souvent. Une personne électrisée qui tient en sa main une verge de métal par un bout, ressent, comme par contre-coup, toutes les étincelles qu'on excite à l'autre extrémité:

XXI. LEÇON.

comme aussi ces mêmes secousses se font ressentir au coude de la personne non isolée qui les excite avec son doigt.

C'est apparemment par cette raison qu'on voit cesser subitement ou diminuer très-considérablement l'Electricité d'un corps, à la surface duquel on excite une étincelle; car je conçois que cette réaction dont je viens de parler, arrête tout d'un coup l'effluence de la matiere électrique, sans laquelle il n'y a plus d'affluence: & quand ces deux courants n'ont plus lieu, il n'y a plus d'électricité.

Objection. ON m'objectera peut-être qu'en vertu de cette répercussion, les effluences ne devroient cesser qu'à l'endroit où l'on excite l'étincelle, & qu'elles devroient continuer partout ailleurs.

Réponse. Considérons que, *dans les corps électrisés, & électrisables par communication, la matiere électrique se meut avec plus de facilité que dans l'air même* [8]. En conséquence de ce principe, nous devons penser, qu'en présentant le doigt de fort près à un conducteur

électrisé, nous déterminons toutes les effluences à quitter leur premiere direction pour se porter de ce côté-là. Et, en effet, on observe que toutes les fois qu'on approche du conducteur, un corps de même nature, mais non isolé, les répulsions cessent ou diminuent beaucoup dans les fils d'épreuve ou dans tout ce qui leur ressemble, & que les aigrettes lumineuses s'affoiblissent ou disparoissent ([a]).

XXI. LEÇON.

On ne voit pas la même chose avec les corps électrisés par frottement, parce que *ce sont des milieux aussi peu, & peut-être encore moins perméables que l'air pour la matiere électrique* 7, & que les effluences qui s'élancent à différents points de leur surface, ont moins de peine à continuer leur premiere route, qu'à revenir à travers l'épaisseur de ces corps, vers le doigt qui les provoque;

(*a*) Quand on voudra vérifier ce fait, il faut que ce soit sur un conducteur qui ait reçu la dose d'Electricité qu'on voudra lui donner, & que l'on ne continue pas d'électriser; car s'il étoit à même de reprendre ce qu'il perd, les affoiblissements dont je parle, ne seroient peut-être pas assez sensibles.

ainsi, de toutes ces effluences, on ne répercute jamais que celles qui sortent vis-à-vis du corps qui excite les étincelles : & par-tout ailleurs l'Electricité subsiste avec elles.

XXI. Leçon.

III. Fait.

Les étincelles éclatent quelquefois d'elles-mêmes sans être provoquées par un autre corps : cela n'est-il pas contraire aux explications précédentes, où l'on prétend que l'effet en question vient du choc de la matiere effluente contre la matiere affluente qui sort d'un corps plus compact que l'air environnant ?

Explication.

D'où viennent les étincelles spontanées.

Les étincelles doivent éclater dans toutes les occasions où les effluences & les affluences se rencontrent & se heurtent avec assez de force ; il est vrai que ce degré de force, qui dépend de la densité des rayons & de leur vîtesse, se trouve presque toujours dans le cas où les deux courants s'élancent l'un contre l'autre en sortant de deux corps, dont l'un est électrisé, & l'autre seulement électrisable

par communication ; mais on conçoit aiſément que ces deux matieres peuvent ſe choquer de même, & produire un effet ſemblable dans d'autres circonſtances qui ſeront propres à condenſer leurs rayons, & à leur donner une certaine énergie ; ce n'eſt qu'autour du verre électriſé qu'on remarque ces éclats ſpontanés, qui d'ailleurs ſont aſſez rares. J'en ai produit par fois avec des tubes que je frottois dans des temps ſecs & froids ; & je les ai attribués aux effluences plus fortes que d'ordinaire, & qui, ſe croiſant d'une aigrette à l'autre, oppoſoient à la matiere affluente une eſpece de foyer que ſa rencontre étoit capable d'enflammer : *voyez* à la lettre G (*fig.* 17) comment ce concours de rayons peut avoir lieu.

XXI. LEÇON.

On voit encore & plus ſouvent éclater la matiere électrique aux bords des carreaux de verre dorés qu'on électriſe par communication ; mais on ſait auſſi que c'eſt le cas des effluences les plus abondantes & les plus rapides ; leur colliſion avec la matiere affluente, (celle-ci ne vînt-

XXI. LEÇON.

elle que de l'air ambiant) doit être forte à proportion ; car la grandeur du choc dépend de la vîtesse avec laquelle deux corps se rencontrent, & il suffit que l'un des deux en ait beaucoup, pour qu'ils se heurtent d'une maniere violente.

Enfin j'ai vu de ces fulminations à des bouteilles pleines d'eau que j'électrisois dans le vuide, & elles ont été quelquefois si violentes, que ces bouteilles en ont été brisées : je m'en suis pris de même au choc des deux matieres, & il m'a paru devoir être d'autant plus fort dans ces occasions, que les affluences sont fournies d'assez près par la platine de la machine pneumatique, laquelle étant, comme on sait, de métal, leur donne beaucoup plus d'énergie qu'elles n'en pourroient avoir, si elles sortoient immédiatement de l'air environnant ; ajoutez encore que le vuide dans lequel se fait cette collision des deux matieres, ne cause aucun déchet à la vîtesse avec laquelle chacune d'elles se porte vers l'autre.

La rupture de la bouteille est un

effet de la répercuſſion des effluences, & de la dilatation momentanée que le choc y produit; j'inſiſterai davantage ſur ceci, lorſque j'expliquerai les commotions électriques.

XXI. LEÇON.

IV. FAIT.

Un homme électriſé qui paſſe légérement ſa main ſur une perſonne non iſolée, vêtue de quelque étoffe où il y ait de l'or ou de l'argent, la fait étinceller de toutes parts, non-ſeulement elle, mais encore toutes les autres qui ſont habillées de pareilles étoffes & qui la touchent; & ces étincelles ſe font ſentir aux perſonnes ſur qui elles paroiſſent, par des picottements qu'on a peine à ſouffrir.

EXPLICATION.

Comment les étincelles ſe multiplient par pluſieurs petits conducteurs preſque contigus les uns aux autres.

CE fait bien conſidéré n'eſt au fond que celui-ci qui eſt plus ſimple & plus connu. Tandis qu'un fil de métal non iſolé fait étinceller en *E* (*fig.* 19.) un corps qu'on électriſe, il étincelle lui-même par ſon autre extrémité *F*, s'il s'y rencontre quelqu'autre corps non iſolé qui lui ſoit

XXI. LEÇON.

presque contigu; & l'on peut multiplier cet effet en arrangeant ainsi de pareils corps à la suite de celui qui se présente au corps électrisé, en observant toujours de les tenir séparés les uns des autres, par un très-petit intervalle.

Je dis que notre quatrieme fait revient à celui-là; car ce sont des petits fils, ou des petites lames d'or & d'argent, dont la continuité a été interrompue par les accidents que l'étoffe a soufferts; ce sont des portions de métal séparées les unes des autres par la soie, ou en général par les matieres qu'on a fait entrer avec elles dans le tissu: il ne s'agit donc plus que de rendre raison de ce dernier fait, & voici comment on le peut faire.

Quand le premier de ces fils de métal qui sont à la suite les uns des autres, se trouve assez près du corps qu'on électrise, la matiere effluente de celui-ci, & la matiere affluente qui vient de celui-là, s'enflamment en se choquant, & cette collision rend ces deux courants de matiere électrique rétrogrades, comme je l'ai

fait entendre plus haut. Voici ce que cela produit dans les petits intervalles *F G H I*, &c ; la matiere qui sortoit du premier corps pour aller au conducteur isolé, étant répercutée vers *F*, rencontre & répercute à son tour, celle qui débouche du second avec la même tendance ; celle-ci, en rétrogradant, fait la même chose en *G*, & ainsi de suite ; & tant que ces répercussions sont assez fortes, elles se manifestent par des coups de lumiere, & par des secousses sensibles quand elles aboutissent à des corps animés.

Cette explication convient non-seulement aux feux électriques, dont on fait briller les étoffes enrichies d'or & d'argent ; mais encore à ceux qu'on voit pétiller en pareils cas, & serpenter sur les couvertures des livres, sur les papiers qui portent des ornements formés avec quelque matiere métallique, sur la surface étamée des miroirs, le long des chaînes qu'on fait étinceller par un bout, &c.

Et comme les mouvements de la matiere électrique suivent volontiers

XXI. LEÇON.

les différentes directions qu'on peut faire prendre aux corps qui la transmettent, on peut arranger sur un carreau de verre ou sur une glace des petits bouts de fil de fer, suivant tel dessein qu'on voudra, comme *CD* (*fig.* 19), & faire étinceler le premier en l'approchant d'un corps fortement électrisé; toutes les petites lumieres qui éclateront dans les intervalles, rendront visible dans l'obscurité le dessein qu'on aura suivi.

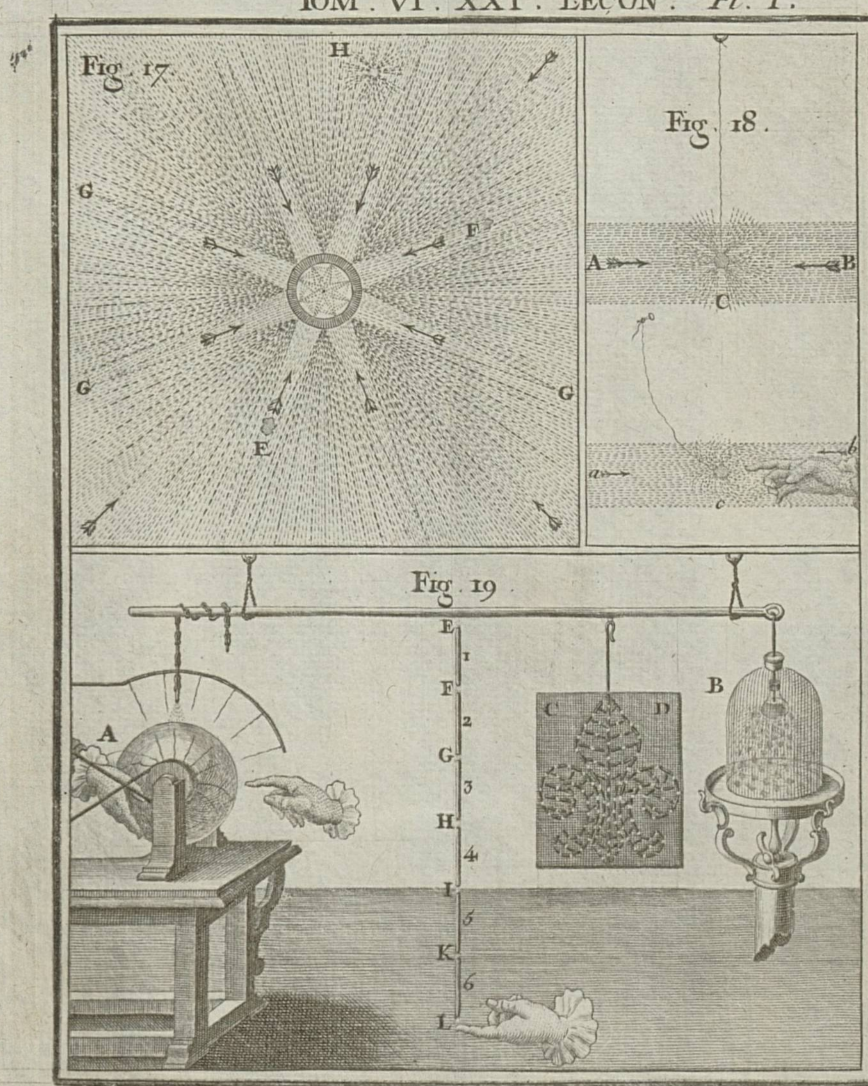
V. FAIT.

Une personne électrisée, sur-tout si elle l'est par le moyen du globe de verre, allume avec le bout de son doigt de l'esprit-de-vin, ou une autre liqueur inflammable, légérement échauffée, que lui présente une autre personne non isolée.

EXPLICATION.

Ce qui cause les inflammations électriques.

Il y a toute apparence que la matiere qui fait l'Electricité, ou qui en opere les phénomenes, est la même que cet élément, qu'on appelle feu ou lumiere [3], & sur l'existence duquel presque tous les Physiciens sont d'accord aujourd'hui:



Gobin del. et Sculp.

or cette matiere quand elle eſt animée d'un certain degré de mouvement, & qu'elle eſt armée, pour ainſi dire, *de quelque matiere plus groſſiere qu'elle-même* [3], devient capable d'entamer les autres corps, de les pénétrer, & de les réduire en flamme & en fumée. L'étincelle qui naît par le choc des deux matieres affluente & effluente augmente juſqu'à cauſer l'inflammation d'une liqueur qui s'y trouve toute diſpoſée par ſa nature, & par un certain degré de chaleur qu'on lui a fait prendre. XXI. LEÇON.

Je ne crois pas ce degré de chaleur préparatoire d'une néceſſité abſolue pour le ſuccès de l'expérience; dans le cas d'une Electricité très-forte, on enflammera peut-être l'eſprit-de-vin qui n'aura que la température ordinaire d'une chambre fermée, dans une ſaiſon moyenne: mais pour ſentir pourquoi l'on rend cette inflammation électrique plus facile en chauffant un peu la liqueur, qu'on ſe ſouvienne que l'étincelle qui produit cet effet, doit naître du choc des deux matieres; ſavoir, de celle qui s'élance du doigt électriſé, & de

XXI. LEÇON.

celle qui vient de la liqueur en ſens contraire : or *toute matiere électrique ſort difficilement d'un corps ſolide ou fluide qui eſt gras, réſineux, ou ſulfureux comme l'eſprit-de-vin, &c, à moins que ce corps n'ait été chauffé ou frotté* [7].

C'eſt encore pour cette raiſon qu'il vaut mieux tenir la liqueur qu'on veut enflammer, dans une cuiller de métal, ou dans le creux de la main que dans du verre, de la faïance, &c ; car comme la *matiere électrique ſort des métaux & des corps vivants avec plus de force que des autres* [7], celle qui viendra de la cuiller ou de la main, après avoir pénétré à travers la liqueur, donnera lieu à un choc plus violent, à une étincelle plus brûlante.

L'effet eſt toujours le même, ſoit que l'eſprit-de-vin ſoit tenu par la perſonne électriſée ou par l'autre ; car de l'une ou de l'autre maniere on conçoit aiſément qu'il y a conflict des deux matieres effluente & affluente à la ſurface de la liqueur, & cela ſuffit pour l'inflammation. Ce qui prouve bien que cet effet dépend eſſentiellement du choc de ces

deüx matieres, c'eſt qu'il manque totalement, quand au lieu du doigt, on préſente un bâton de cire d'Eſpagne, ou un morceau de ſoufre, *d'où l'on ſait qu'il ne ſort point de matiere électrique* 7, ſinon quand elle eſt excitée par frottement.

XXI. LEÇON.

VI. FAIT.

Si l'on tient dans une main un vaſe de verre ou de porcelaine en partie plein d'eau, dans lequel ſoit plongé le bout d'une verge de métal électriſée, & qu'on approche l'autre main de cette verge pour exciter une étincelle: on ſent une violente & ſubite commotion dans les deux bras, & ſouvent même dans la poitrine, dans les entrailles, & généralement dans toutes les parties du corps ([a]) (*fig.* 20).

EXPLICATION.

Comment ſe fait la commotion dans l'expérience de Leyde.

TOUT nous indique, & nous porte à croire que *la matiere électrique eſt*

([a]) On connoît maintenant ce fait ſous le nom d'*Expérience de Leyde*, parce que c'eſt dans cette ville qu'elle paroît avoir été faite pour la premiere fois.

XXI. LEÇON. *un fluide très-subtil, très-élastique, qui réside par-tout au-dedans comme au-dehors des corps* [4]. Il est par conséquent au-dedans de nous-mêmes ; & si nous en jugeons par la facilité avec laquelle il y entre & en sort, par l'extrême finesse de ces parties, par la porosité de notre matiere propre, nous n'aurons pas de peine à comprendre qu'il jouisse en nous d'une parfaite continuité, & que ces mouvements y puissent être au moins semblables à ceux des autres fluides que nous connoissons mieux. Or, qu'arriveroit-il à un tonneau, si la liqueur qui le remplit étoit frappée par quelqu'endroit.

Tous ceux qui ont quelque idée de Physique, conviendront que le choc seroit réparti à toute la masse liquide, & que tous les points de la surface intérieure du vaisseau s'en ressentiroient ; on m'accordera encore que si la liqueur, au lieu d'un seul choc, en reçevoit en même temps deux par des parties opposées, la commotion générale dont je viens de parler, en seroit plus forte. Hé-bien, l'homme qui fait l'expérience

rience de Leyde est dans un cas semblable à celui du tonneau. La matiere électrique dont il est rempli, & intimement pénétré, se trouve frappée & répercutée tout à la fois par deux côtés opposés, dans le moment qu'il excite l'étincelle au conducteur; & c'est ce qu'il est important de prouver.

XXI. LEÇON.

Comme la matiere électrique devient lumineuse quand elle est choquée, faisons entrer des corps diaphanes dans notre expérience, & voyons si la commotion s'y rendra sensible par une lumiere interne; dans cette vue, au lieu d'une seule personne, j'en emploie deux, dont l'une tient le vase rempli d'eau, tandis que l'autre excite l'étincelle; & je leur fais tenir à chacune, par un bout, un tube de verre rempli d'eau. lorsque l'explosion se fait, & que les deux corps animés ressentent la secousse, le tube intermédiaire qui les unit, brille d'un éclat de lumiere aussi subit & d'aussi peu de durée, que le coup qui saisit les deux personnes appliquées à cette épreuve; n'est-il pas tout-à-fait probable qu'on

XXI. Leçon. verroit en nous la même chose, si nous étions transparents comme le verre & l'eau?

Au lieu du tube plein d'eau, si les deux personnes qui font l'expérience, se présentent mutuellement un œuf crud l'une à l'autre, à la distance de quelques lignes, au moment de la commotion, si c'est dans la nuit, ou dans un lieu obscur, on voit étinceller l'extrémité de chacun des deux œufs, & tous les deux paroissent également remplis de lumiere, (*fig.* 21).

Mais ce qui prouve incontestablement que dans cette expérience, comme dans toutes les autres de ce genre, le feu électrique agit en deux sens opposés, c'est que si on lui donne à percer des corps filandreux ou mols, comme du papier, des feuilles d'étain battu, &c, il forme de part & d'autre des bavures, par lesquelles il est aisé de juger que les trous ont été faits par des agents directement opposés. *Voyez ma cinquieme Lettre sur l'Electricité, page* 121, *&c. & le quatrieme Mémoire de M. Symmer, traduit & imprimé en*

François, chez Guerin & Delatour, pag. 90 & ſuiv.

Mais d'où vient ce double choc de la matiere électrique ? & pourquoi eſt-il plus violent dans le cas dont il s'agit, que dans les autres ?

C'eſt un fait, que les étincelles qu'on tire d'un conducteur garni de verre par celle de ſes extrémités, qui eſt oppoſée au globe, ſont plus fortes, plus ſenſibles, que celles qu'on tireroit du même corps ſans cette circonſtance ; j'en appelle au témoignage de tous ceux qui, voulant faire l'expérience de Leyde avec une verge de fer aboutiſſant dans une bouteille en partie pleine d'eau, ont préludé en approchant le doigt de ce conducteur ſeulement, avant que de tenir le vaſe : ils conviendront que les étincelles en pareil cas, pincent tout autrement qu'à l'ordinaire. Et en voici, je crois, la raiſon ; c'eſt que la matiere électrique pouſſée par le globe, ayant peine à percer à travers l'épaiſſeur de la bouteille, reflue en partie par le conducteur, & ſe précipite avec d'autant plus de force ſur le doigt

XXI. LEÇON.

qu'on y présente ; *ce doigt étant pour elle un milieu de facile accès* [7] ; delà naît un choc plus violent contre le courant de matiere électrique qui va du doigt au conducteur.

Mais ces deux courants, (celui qui vient du conducteur & celui qui coule du doigt) se répercutent mutuellement ; & suivant la loi des corps à ressort, le reflux du premier s'annonce par un éclat de lumiere, qui remplit ordinairement la bouteille : & celui du second deviendra sensible par une étincelle, si la personne qui fait l'expérience, au lieu de toucher la bouteille, approche son doigt d'un morceau de métal, ou de quelqu'autre corps semblable non isolé.

Si l'on suppose maintenant que la personne en tirant l'étincelle du conducteur, ait son autre main appliquée à la bouteille, on concevra aisément qu'en cet endroit il doit y avoir un violent contre-coup causé par la rencontre des deux courants, devenus rétrogrades par le premier choc. Je dis violent, parce que l'expérience nous montre que le verre

électrisé donne à la matiere électrique qui le pénétre, une énergie qu'elle n'acquiert pas en traversant les conducteurs ordinaires soit qu'il réagisse sur elle par le mouvement intestin dont il s'anime en s'électrisant, soit que sa porosité, par quelque qualité particuliere & secrette, lui procure une plus grande vîtesse.

XXI. LEÇON.

VII. FAIT.

Il faut pour réussir dans l'expérience que j'ai rapportée pour sixieme fait, que le vase qui contient l'eau soit de verre, de porcelaine, de grais ([a]). Un vase de métal, de bois, ou de quelque autre substance propre à faire des conducteurs, n'auroit pas le même succès.

EXPLICATION.

Pourquoi dans cette expérience le vase qui contient l'eau doit être de verre, ou de quelque matiere vitrifiée.

C'EST une chose indispensablement nécessaire que la main qui touche, avant qu'on excite l'étin-

([a]) J'ai reconnu depuis que le crystal de roche, le talc, & quelques autres matieres dures & transparentes du regne minéral, peuvent tenir lieu de verre dans l'expérience de Leyde.

XXI. LEÇON.

celle, ne fasse pas perdre à la verge de fer son Electricité ; car si cela arrivoit, ce seroit fort inutilement qu'on essaieroit de faire étinceller cette verge avec l'autre main ; & c'est un fait connu depuis long-temps, *qu'on désélectrise aisément* (a) *& promptement une barre de fer en la touchant avec la main* [17].

Un autre fait qui est aussi constant, mais plus nouveau, c'est que le vase de verre rempli d'eau, lequel s'électrise par communication, dans cette expérience, ne cesse pas d'être fortement électrique, pour être touché ou manié par la personne non isolée qui le soutient ; cet attouchement fait au vase ne change donc rien à l'état de la verge de fer qui lui transmet l'Electricité : ainsi l'on pourra toujours faire étinceller cette verge, & par conséquent exciter la commotion qui est le résultat ordinaire de cette épreuve, tant que la verge de métal qui conduit l'Electricité sera plongée dans un

(a) J'appelle ici *désélectriser*, ôter au conducteur les signes d'Electricité, qui se manifestent sur sa longueur quand il est isolé.

vaſe de verre ou de porcelaine, parce que les matieres vitrifiées, ou à demi-vitrifiées, lorſqu'elles deviennent fortement électriques, *continuent de l'être aſſez long-temps, quoique touchées par des corps qui ne le ſont pas* [18].

La bouteille électriſée pour l'expérience de Leyde, perd ſon Electricité peu-à-peu, mais elle eſt très-long-temps à la perdre entiérement: je lui en ai trouvé des ſignes encore très-ſenſibles après un eſpace de temps de plus de 36 heures; & ce qu'il y a de ſingulier & de très-vrai, quoi qu'en diſent quelques Auteurs, c'eſt que cette Electricité ſe conſerve mieux & plus long-temps, quand la bouteille eſt poſée ſur des corps électriſables par communication, que quand elle eſt iſolée, ou poſée ſur du verre: apparemment parce que dans le premier cas le ſupport fournit des *affluences* de matiere électrique, & reçoit en lui les *effluences* de la bouteille, *ce que ne peut pas faire auſſi-bien une matiere telle que le verre qui n'a été ni frotté, ni chauffé* [7]. Voyez ſur cela mon *Eſſai ſur l'Electricité des corps*, pag. 203.

XXI. LEÇON.

Epoque de l'Expérience de Leyde.

REMARQUES.

L'EXPÉRIENCE que je viens d'expliquer, n'a été connue en France qu'au commencement de l'année 1746, par deux lettres datées de Leyde, l'une de feu M. Muſchenbroek à feu M. de Réaumur, & l'autre de M. Allaman à moi, leſquelles nous l'annoncerent comme une nouvelle découverte, & dans des termes capables d'effrayer. Ces Meſſieurs ne nous ayant point marqué expreſſément par qui elle avoit été faite pour la premiere fois, je pris le parti de la nommer *l'Expérience de Leyde*, nom qu'elle a toujours porté depuis. Je m'appliquai particuliérement, & par ordre de l'Académie, à revoir ce ſingulier phénomene, à l'examiner dans toutes ſes circonſtances, pour être en état de dire en quoi il conſiſte eſſentiellement; & quelles en ſont les cauſes immédiates, ou du moins les plus prochaines. Au bout de trois mois, j'en rendis compte par un Mémoire ([a]), où l'on trouve

([a]) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences 1746, *pag.* 1 *& ſuiv. Pl.* 1, *fig.* 1.

à

à ce ſujet beaucoup de détails dont voici les principaux articles :

XXI. LEÇON. Résultat de l'examen qui en fut fait par ordre de l'Académie Royale des Sciences.

1°, La qualité du verre qu'on emploie dans cette expérience, ne tire point à conſéquence ; le plus commun comme le plus fin m'ont paru réuſſir également, toutes choſes égales d'ailleurs.

2°, Le verre n'eſt point la ſeule matiere avec laquelle on puiſſe faire l'expérience : j'y ai ſubſtitué, avec un certain ſuccès, la porcelaine, l'émail, le grès ; le cryſtal de roche, le talc, &c.

3°, Quand la bouteille eſt d'un verre mince, elle vaut mieux que s'il étoit plus épais.

4°, Une grande bouteille vaut mieux qu'une petite ; juſqu'à un certain point cependant ; car quand la ſurface du verre eſt exceſſivement grande, elle ne procure point un plus grand effet que s'il étoit moindre.

5°. La figure eſt une choſe fort indifférente ; on peut ſe ſervir d'une capſule ou d'une jatte, auſſi-bien que d'une bouteille (*fig.* 22).

6°, Il eſt néceſſaire que le vaiſſeau de verre ſoit bien ſec & bien

XXI. LEÇON.

essuyé au-dehors ; & même au-dedans, à la partie qui n'est point remplie d'eau.

7°. Car c'est une attention qu'on doit avoir de ne le point remplir entiérement.

8°, L'eau qu'on met dans le vaisseau ou dans cette bouteille, peut être froide ou chaude : il m'a paru que l'effet pouvoit devenir plus grand avec l'eau chaude ; mais comme elle s'exhale en vapeur, elle mouille la partie du vaisseau qui doit rester vuide & seche, & c'est un inconvénient.

9°, J'ai substitué à l'eau, du mercure, du menu plomb à giboyer, des broquettes, de la limaille de fer, de cuivre, &c, avec un plein succès ; cependant il m'a semblé que l'eau faisoit encore mieux.

10°, Les huiles, le soufre fondu, l'esprit-de-vin, & généralement toutes les matieres grasses ou spiritueuses, m'ont mal réussi.

11°, L'effet est plus grand & plus sûr, quand la bouteille repose sur la main d'un homme, ou sur un support électrisable par communication,

que lorſqu'on la laiſſe iſolée ; mais il eſt sûr que dans ce dernier cas elle s'électriſe aſſez pour donner la commotion.

12°, Une choſe abſolument eſſentielle, c'eſt qu'il s'établiſſe une communication non interrompue entre la ſurface extérieure de la bouteille, & le conducteur qui y tranſmet l'Electricité.

13°, Cette communication peut ſe faire par une ſeule perſonne qui ait une main appuyée à la bouteille, tandis qu'avec l'autre main elle excite une étincelle au conducteur; mais on peut auſſi former cette communication avec pluſieurs qui ſe tiennent par la main ou autrement, & dont la premiere tienne la bouteille, tandis que la derniere fait étinceller le conducteur ; j'en ai employé juſqu'à 300 avec une pleine réuſſite.

14°, Cette même communication peut être formée avec toute autre choſe que des corps animés ; mais il eſt de toute néceſſité que les corps qu'on emploie à cette uſage ſoient de ceux qu'on nomme *Conducteurs*, c'eſt-à-

XXI. Leçon.

dire, électrisables par communication.

15°, Il n'est pas nécessaire que ces corps, qui forment la communication, soient isolés.

16°, Les autres corps qui touchent ceux par qui la communication est formée, ne participent point à la commotion que ceux-ci éprouvent.

17°, Les corps qui forment la communication, & en qui se passe la commotion, ne donnent extérieurement aucun des signes ordinaires d'Electricité; ils n'attirent & ne repoussent point les corps légers qui sont autour d'eux.

18°, La commotion, dans l'expérience de Leyde, se transmet par les matieres fluides comme par les solides.

19°, Cette même commotion s'étend à des distances prodigieuses, en un clin d'œil.

20°, Elle peut être assez violente pour tuer des animaux: & ceux qui périssent ainsi, se trouvent après la mort, dans l'état de ceux qui sont foudroyés par le tonnerre.

21°, Il n'eſt pas beſoin d'employer un vaiſſeau creux, ni de l'emplir d'eau ; un carreau de verre enduit de quelque métal de part & d'autre, peut être mis en place de la bouteille : mais alors il faut laiſſer à l'une & à l'autre ſurface 2 pouces de bords qui ne ſoient point enduits (*fig.* 23).

22°, Un bout de tuyau de verre, enfilé ſur le conducteur, m'a ſouvent fait reſſentir la commotion, lorſque j'y penſois le moins.

23°, En 1747, je fis voir, que l'expérience de Leyde peut ſe faire très-bien avec un vaiſſeau de verre qui ne contienne ni eau, ni métal, mais qui ſoit ſeulement bien purgé d'air : *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1747, *pag.* 24. Enfin je ſais de bonne part, qu'une perſonne a reſſenti une commotion ſemblable à celle qui caractériſe l'expérience de Leyde, en frottant d'une main le dos d'un chat, tandis que l'autre main étoit à une très-petite diſtance du nez de l'animal ; cet effet eſt rare, parce qu'il faut un temps très-favorable à l'Electricité, un chat très-électriſa-

XXI. LEÇON.

ble ; & si l'on en fait l'essai, on doit le tenir sur quelque étoffe de soie, & le frotter un certain temps avant que de porter le doigt à son nez (*fig.* 24).

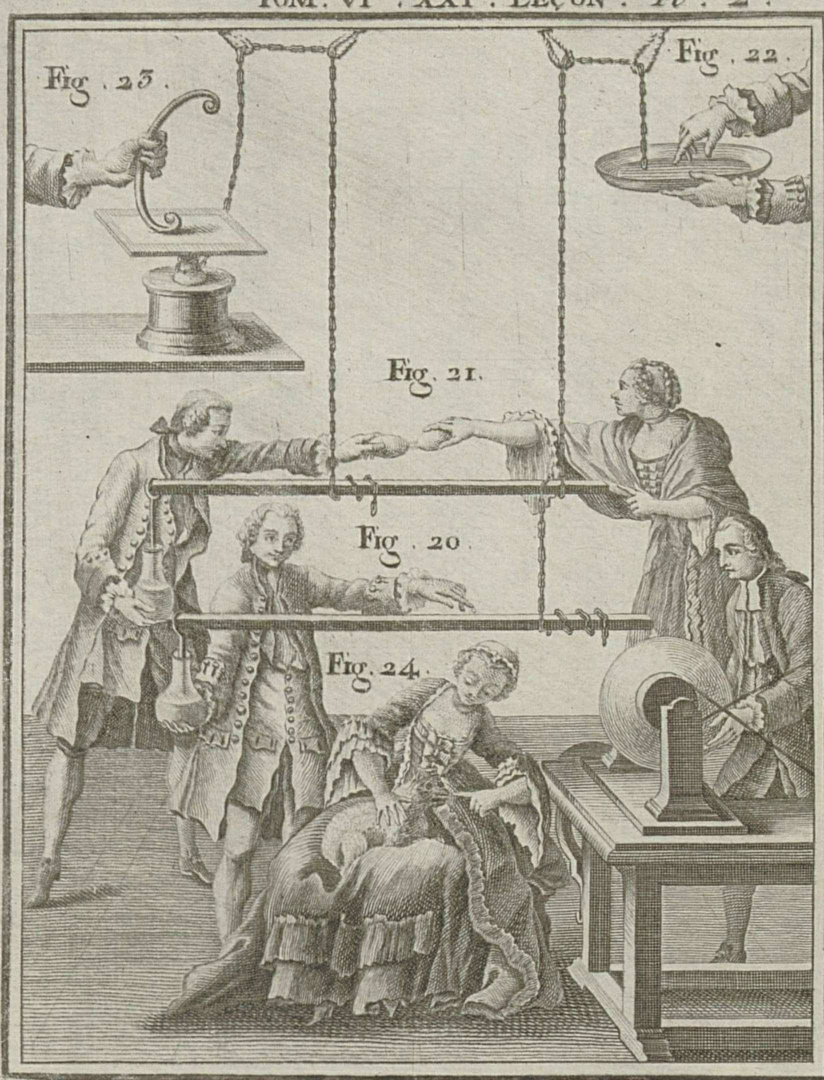
De tous ces faits bien constatés, il y a 16 ou 17 ans, j'ai tiré la conséquence suivante dans laquelle je persiste, savoir :

Conséquence tirée de ces résultats.

QUE dans l'expérience de Leyde, tout consiste à électriser fortement par communication un corps, de telle espece qu'il puisse être, (pourvu qu'il soit de ceux qu'on peut toucher pendant un certain temps sans les désélectriser), ce corps touchant d'une part au conducteur isolé, par où il s'électrise, & de l'autre à un conducteur, isolé ou non, qui tire une étincelle du premier.

VIII. FAIT

Un globe ou un tube de verre, dont on a ôté l'air par le moyen d'une machine pneumatique ou autrement, devient tout lumineux en dedans, lorsqu'on le frotte par dehors, & ne donne aucun signe un peu considérable d'Electricité ; c'est-



Gobin del. et Sculp.

XXI. LEÇON.

à-dire, qu'on ne lui voit attirer ni repousser sensiblement les corps légers qu'on lui présente, & qu'on ne ressent & n'apperçoit autour de lui aucune de ces émanations qui s'y font sentir, quand il est frotté dans son état ordinaire.

Il se présente ici deux effets ; le premier est cette lumiere diffuse qu'on voit briller dans le vaisseau purgé d'air ; le second est la privation de l'Electricité, occasionnée par le vuide.

EXPLICATION.

D'où naît cette lumiere diffuse qui brille dans les vaisseaux de verre qu'on électrise après les avoir purgés d'air.

L'ÉLÉMENT du feu, ce fluide subtil, qui selon toute apparence, ne laisse aucun espace vuide dans la nature, remplit seul la capacité du vaisseau purgé d'air : il jouit d'une mobilité parfaite, parce qu'il n'est embarrassé par aucune substance étrangere, & que la continuité de ses parties ne souffre aucune interruption : dans cet état il reçoit avec autant de facilité que de promptitude, les secousses réitérées que lui impriment les parties du verre agitées par le frottement ; or le feu purement

élémentaire, & qui n'eſt uni à aucune autre matiere capable de retarder ſon expanſion, s'allume au moindre mouvement, mais ſon inflammation ſe termine à une ſimple & ſubite lueur.

XXI. LEÇON.

Pourquoi ces vaiſſeaux ne montrent aucuns ſignes d'Electricité au-dehors.

QUANT au ſecond effet, il vient de ce que la matiere électrique, *que le verre frotté a coutûme de lancer dans l'air qui l'environne, ſe porte de préférence dans l'intérieur du vaiſſeau où l'on a fait le vuide* [8] & [10], parce qu'elle y trouve moins de réſiſtance : dès qu'il n'y a plus d'effluences au-dehors, les affluences n'ont plus lieu, non plus que les attractions & les répulſions, qui ſont les effets ordinaires de ces deux courants.

Pourquoi certains Barometres ſont lumineux.

La matiere électrique devient toujours lumineuſe dans le vuide, ſoit que le vaiſſeau ſoit frotté par dedans ou par dehors ; elle le devient également par l'action même des parties du verre frotté, ou par le choc d'une matiere ſemblable introduite par un conducteur, ou tamiſée à travers l'épaiſſeur du vaiſſeau ; c'eſt pour cela qu'un barometre qui a été rempli au feu, paroît tout lumineux dans ſa partie ſupérieure, lorſqu'en

faiſant balancer le mercure, on excite un frottement contre la ſurface intérieure du tube : c'eſt encore par la même raiſon qu'on fait naître des élancements de lumiere dans un matras purgé d'air, quand on le frotte extérieurement, ou quand on agite un peu de mercure qu'on y a renfermé à deſſein. Enfin on produit un effet aſſez ſemblable dans un globe de verre dont on a épuiſé l'air, en le faiſant tourner vis-à-vis, & à une petite diſtance d'un autre globe qu'on électriſe à l'ordinaire par le frottement ; dans ce dernier cas, ce ſont les effluences du globe frotté, qui pénétrant dans l'autre, allument par leur choc la matiere électrique qu'il renferme.

IX. FAIT.

Un globe de verre enduit de cire d'Eſpagne par-dedans, & que l'on frotte après l'avoir purgé d'air, devient lumineux intérieurement comme dans le ſeptieme fait ; mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'eſt qu'en regardant par un des poles (que l'on a ſoin de ne point enduire

XXI. LEÇON.

comme le reſte), on apperçoit la main & les doigts de celui qui frotte, nonobſtant l'opacité naturelle de la cire d'Eſpagne.

EXPLICATION.

Pourquoi dans l'expérience d'Hauxbée on apperçoit la main qui frotte le globe, à travers la cire d'Eſpagne dont il eſt enduit intérieurement.

La matiere électrique qui ſort de la main [14], *contre celle qui fait effort pour ſortir du verre frotté* [10], s'anime d'un mouvement qui la rend lumineuſe; des morceaux d'agate ou des cailloux qui ſe heurtent, paroiſſent tout brillants de lumiere dans l'obſcurité: pourquoi la matiere électrique, plus dure & plus élaſtique que ces corps, ne produiroit-elle pas un pareil effet par le choc de ſes parties? Les doigts ſe diſtinguent donc, & ſe deſſinent par la lumiere qui naît entr'eux & le verre; & cette lumiere qui n'eſt autre choſe que la matiere électrique enflammée, ſe communique de proche en proche, & ſuivant l'ordre des parties frottantes, *à la matiere électrique réſidente dans la couche de cire d'Eſpagne qui enduit intérieurement le globe* [+]; & donne par-là à cette cire naturellement opaque, aſſez de tranſparence

pour tranſmettre l'image de la main appliquée au vaiſſeau.

X. FAIT.

Le conducteur électriſé par un globe de verre, lance des aigrettes très-grandes & très-épanouies ; & les pointes de métal qu'on y préſente, ne produiſent que des feux beaucoup plus courts (des points lumineux) (*A*, *fig.* 25).

Avant que d'entrer dans l'explication de ce fait, il eſt à propos de remarquer, 1°, Qu'il n'a lieu que quand le corps non iſolé qu'on préſente au conducteur, eſt terminé par une pointe fort aiguë ; car, quoique pointu, s'il eſt fort mouſſe, il produit une aigrette ou une gerbe de rayons lumineux, dont l'éruption n'eſt point équivoque.

Obſervations importantes.

2°, Qu'aux pointes mêmes les plus aiguës, le point lumineux bien obſervé, eſt une véritable aigrette qui s'élance vers le conducteur, comme il a été prouvé dans la ſeconde Section.

3°, Que ces feux plus ou moins marqués, ſuivant la nature, la gran-

XXI. LEÇON.

deur, la forme, le degré de proximité du corps non isolé qui les produit, sont toujours moins grands, moins continus, que ceux qui viennent du conducteur contre eux.

EXPLICATION.

Pourquoi la pointe non isolée, qu'on présente à un conducteur électrisé par le verre, ne montre qu'une très-petite aigrette, un point lumineux.

Après les trois remarques que je viens de faire, on doit considérer que *des deux courants de matiere électrique, d'où dérivent tous les phénomenes de ce genre, il faut presque toujours en supposer un plus fort que l'autre* [12] : sans cela les effluences ne pourroient s'élancer au dehors, ni les affluences s'avancer vers le corps électrisé : sans cela le choc qui rend ces deux matieres lumineuses, les réduiroit aussi au repos, ou les feroit rétrograder toutes deux; sans cela il n'y auroit ni attractions, ni répulsions, ces mouvements apparents n'étant que l'effet sensible de la matiere invisible qui entraîne les petits corps d'un côté ou de l'autre.

On attribue, avec beaucoup de vraisemblance, les émissions électriques (les effluences) au mouvement

de vibration, que le frottement excite dans les parties du corps qu'on électrise. Or le verre ayant plus de roideur & de ressort que toutes les autres substances qui sont électrisables comme lui, est plus susceptible qu'aucune d'elles, de cette espece de mouvement ; il doit, par conséquent, lancer avec supériorité la matiere électrique, ou dans l'air, ou dans les conducteurs qui sont à sa portée.

Aussi l'expérience est-elle tout-à-fait d'accord avec ce raisonnement. Autour du verre nouvellement frotté, autour d'une barre de fer qui reçoit de lui l'Electricité, on sent, & plus fortement & de plus loin, les émanations électriques, qu'autour du soufre, de la cire d'Espagne, &c ; les feux électriques lancés par ces dernieres substances, sont toujours beaucoup moins apparents que les aigrettes d'un conducteur électrisé par le verre.

Plus les effluences sont fortes, soit par la vîtesse de leur mouvement, soit par la densité de leurs rayons, moins les affluences trouvent de fa-

XXI. Leçon.

cilité pour se porter au corps électrisé : celles-ci doivent donc déboucher difficilement du doigt d'un homme non isolé, ou d'une pointe qui se trouve vis à-vis d'un conducteur qu'on électrise avec le verre ; & c'est par cette raison, sans doute, qu'un corps très-aigu ne produit en pareil cas qu'une aigrette très-mince & très-courte, & que d'un corps plus mousse, le même feu, quoique plus ample & plus nourri, ne sort que par des éruptions interrompues.

XI. Fait.

Si le coussin ou l'homme qui frotte le globe de verre est isolé, & qu'il ait quelque partie saillante & pointue qui se porte dans l'air ; au lieu d'une aigrette semblable à celle du conducteur *A* (*fig.* 25) on ne voit à cette pointe *B*, (*fig.* 26) qu'un feu très-court, un point lumineux.

Mais observez que ce point lumineux vu à la loupe, si la vue simple ne suffit pas, est une véritable aigrette, qu'il a un mouvement progressif en avant, ce qu'on reconnoît

aiſément en lui préſentant la fumée d'une chandelle nouvellement éteinte, la flamme d'une petite bougie, ou le revers de la main, pour ſentir le ſouffle qui ſort de la pointe lumineuſe.

EXPLICATION.

CE feu électrique eſt court, parce que ce ſont des effluences foibles dans leur origine, & retardées dans leur mouvement par des affluences accélérées.

Pourquoi la pointe d'un couſſin iſolé qui frotte le verre, ne montre qu'une très-petite aigrette, un point lumineux.

La force des effluences vient principalement, comme nous l'avons dit, des vibrations libres des parties du verre: ſous le couſſin, ou ſous la main qui frotte, ce mouvement eſt gêné par l'attouchement; & les pores du verre plus dilatés en cet endroit que par-tout ailleurs, ſont plus diſpoſés à recevoir la matiere électrique, qu'à la pouſſer au-dehors. Il ne peut donc naître de-là que des émiſſions foibles & languiſſantes; & une preuve que les affluences profitent de cet affoibliſſement, pour entrer en plus grande abondance dans le couſſin qui frotte, c'eſt que ſi

XXI. LEÇON.

l'on y préſente une lame mince, ou une pointe de quelque métal à la diſtance d'un pouce ou environ, on en verra couler un feu plus ample & plus alongé, que ſi on la préſentoit au conducteur ou au globe. (*C*, *fig.* 26).

XII. FAIT.

Quand on électriſe avec le globe de ſoufre, un conducteur terminé en pointe, au lieu d'une belle aigrette comme dans le dixieme fait, on n'apperçoit qu'un point lumineux à l'extrémité la plus reculée du globe. (*D*, *fig.* 27); & ſi l'on y préſente une pointe non iſolée, elle produit une aigrette *E*, plus alongée que le point lumineux qu'on y verroit, ſi elle étoit vis-à-vis le conducteur électriſé avec du verre.

EXPLICATION.

Pourquoi l'on ne voit qu'un feu très-court, un point lumineux, à la pointe d'un conducteur électriſé par le ſoufre.

Dés qu'il eſt bien prouvé par les expériences que nous avons rapportées dans la ſeconde Section, que les points lumineux ſont de véritables effluences de la matiere électrique, le fait dont il eſt ici queſtion, nous

nous indique par l'inspection même des feux qu'on observe en *D* & en *E*, & encore en observant les écoulements lumineux qui se répandent en *F* du conducteur sur le globe, que les effluences excitées par le soufre sont moins fortes que les affluences auxquelles il donne lieu, quand il est frotté : j'en vois une raison assez plausible, en observant que ce minéral, quoique dur & élastique, ne l'est pas à beaucoup près autant que le verre, ce qui fait qu'il ne peut pas lancer avec autant de force que lui, le fluide électrique qu'il a reçu dans ses pores. Mais s'il a moins de ressort & de réaction, il se dilate davantage que lui : le moindre frottement, le moindre degré de chaleur, ouvre ses pores jusqu'à faire craquer toute la masse, & même jusqu'à la briser : il est tout simple qu'avec cette qualité, il reçoive & absorbe, pour ainsi dire, plus aisément la matiere électrique, qu'il ne la pousse au-dehors.

Mais, dit-on, puisque cela arrive toujours ainsi avec le soufre, la cire d'Espagne, le coussin isolé qui frotte

le verre, & que l'on voit toujours le contraire avec le globe de verre, n'eſt-on pas bien fondé à admettre deux eſpeces d'Electricités, l'une appartenante au verre, & l'autre aux matieres réſineuſes?

La différence qu'on obſerve entre les feux électriques produits par le ſoufre, & ceux que le verre fait naître, ne ſuffit pas pour établir l'exiſtence de deux électricités eſſentiellement différentes.

A PARLER exactement, je ne penſe pas qu'on puiſſe dire qu'il y a dans la nature deux Electricités *eſſentiellement différentes*: parce que dans l'Electricité produite par le verre, comme dans celle qui naît du ſoufre & des matieres que nous nommons *réſineuſes*, c'eſt le même fluide qui agit, & qu'il agit toujours de même; c'eſt-à-dire, en ſe partageant en deux courants dont les directions ſont oppoſées; & parce que les différences qu'on remarque dans ces deux Electricités, ne ſont que des *plus* & des *moins*, ou de ſimples accidents qui ne touchent point à la nature des choſes: mais à cela ne tienne que je ne ſois d'accord avec ceux qui s'obſtinent ſur la néceſſité d'admetre ces diſtinctions; je dirai, tant qu'on voudra, que l'Electricité du verre ſe diſtingue de celle du ſoufre, par la grandeur & l'arrangement des feux

qu'elle produit ; j'appellerai la premiere Electricité *en plus*, & la seconde Electricité *en moins*, pourvu que l'on convienne que dans celle-ci & dans celle-là, il y a toujours deux courants de matiere qui vont en sens contraires l'un de l'autre.

XIII. FAIT.

Un conducteur isolé entre deux globes, l'un de verre, l'autre de soufre, que l'on électrise le plus également qu'il est possible, n'acquiert, dit-on, *aucune* Electricité, ou perd *entiérement* celle qu'il a.

C'est ainsi que ce fait est énoncé par quelques Auteurs qui admettent dans la nature *deux Electricités essentiellement différentes, & qui se détruisent mutuellement dans le même sujet.* Mais pour dire les choses comme elles sont, il est vrai que les signes ordinaires & extérieurs de la vertu électrique diminuent sensiblement dans toute la longueur d'une barre de fer disposée comme je viens de le dire ; je conçois même comme possible qu'ils disparoissent tout-à-fait : je dis que je le conçois comme

Correctif à mettre dans l'énoncé de ce fait.

XXI. LEÇON.

possible, parce que je ne l'ai jamais vu complétement, quelque peine que je me sois donnée pour cela, & quelque intérêt qu'on eût à me le montrer. Mais ce qu'on ne manque jamais de voir aux deux extrémités du conducteur dont il s'agit, ce sont deux écoulements très-sensibles de matiere électrique enflammée, dont l'un plus foible G, se répand sur le globe de verre, & l'autre plus fort & plus marqué *F*, sur le globe de soufre. *Voyez la Fig.* 26.

Observation importante à faire dans cette expérience.

Ces deux écoulements de matiere électrique venant sur-tout d'un corps isolé, prouvent, je crois, d'une maniere incontestable, que ce corps n'est point *entiérement* dépourvu d'Electricité; ils prouvent encore aussi clairement, que l'une des deux Electricités ne détruit pas l'autre, puisqu'elles résident en si bonne union dans la même barre de fer.

Il me reste donc à expliquer ce qui reste de vrai dans le fait, c'est-à-dire, la diminution, ou même si l'on veut, l'extinction des signes d'Electricité sur la longueur de cette barre, les écoulements lumineux qu'on ap-

perçoit aux deux extrémités, & la différence de grandeur qu'on remarque à ces feux.

EXPLICATION.

Explication du fait réduit à sa juste valeur.

UN globe de verre ou de soufre, qu'on fait agir sur un conducteur isolé, fait deux choses en même temps : *il reçoit de lui un courant de matiere électrique* [16]; c'est ce qu'on apperçoit en *G* ou en *H* sous la forme d'une frange ou d'une aigrette lumineuse : *Il pousse une pareille matiere qui se répand dans toute l'étendue de ce même conducteur, & qui en sort de toute part pour se répandre dans l'air* [15].

Mais comme l'air grossier *n'est point un milieu de facile accès pour ces effluences* [8], elles cessent de s'y jetter aussi-tôt qu'elles trouvent un corps plus aisé à pénétrer ; & comme ce sont elles qui déterminent les affluences, il n'y a plus de celles-ci par-tout où celles-là viennent à manquer.

Si l'on considere maintenant que *le verre & le soufre, lorsqu'on les frotte, peuvent offrir à la matiere électrique des passages plus libres que l'air ne*

XXI. LEÇON.

lui en présente 7, on comprendra aisément pourquoi la barre de fer isolée entre nos deux globes, n'exerce plus ni attraction, ni répulsion; pourquoi elle ne donne plus d'étincelles: car si chaque globe frotté avec une certaine proportion, dilate ses pores autant qu'il le faut, pour absorber justement la quantité de matiere électrique, dont l'autre peut charger le conducteur, les deux courants de matiere électrique s'établiront uniquement dans l'intérieur de la barre de fer, ne sortiront que par les deux extrémités, & rien ne refluera dans l'air ambiant; il n'y aura donc ni attraction, ni répulsion, ni étincelles, parce que ces effets supposent des effluences & des affluences.

Je suppose ici que les signes d'Electricité disparoissent entiérement sur toute l'étendue du conducteur; s'ils n'étoient qu'affoiblis ou diminués, comme cela arrive ordinairement, il est aisé de voir d'où cela vient. Si l'un des deux globes pousse vers l'autre plus de matiere que celui-ci n'en peut recevoir, le reste produira

des effluences, mais en moindre quantité qu'il n'y en auroit ſans l'action du globe abſorbant.

Si le courant de matiere qui arrive au globe de ſoufre, eſt plus marqué, plus abondant que celui qui ſe répand ſur le globe de verre; c'eſt, comme je l'ai déja dit, *que le ſoufre frotté ou chauffé, eſt plus propre à recevoir qu'à lancer le fluide électrique*[7], la dilatabilité de ſes pores étant plus grande que la réaction de ſes parties; le verre eſt diſpoſé tout autrement, les deux courants s'accommodent aux diſpoſitions reſpectives & actuelles des deux globes.

Conclusion.

Je ne puis m'étendre davantage ſur l'explication des phénomenes électriques, ſans groſſir exceſſivement ce volume; je crois avoir compris dans cette Section les plus difficiles & les plus intéreſſants; le Lecteur qui prendra la peine de bien entendre les principes que j'ai employés, en pourra faire de lui-même une application plus étendue, ſe rendre raiſon des faits dont j'aurai omis de parler, & trouver la ſolution des difficultés que je n'aurois pas prévenues

XXI. LEÇON. J'en ai dit assez sur cette matiere pour assortir mes Leçons de Physique, qui ne sont qu'un ouvrage élémentaire; un plus grand détail surchargeroit le commun des Lecteurs, & ne doit avoir lieu que dans un Traité *ex professo* : au reste, si l'on en veut savoir davantage, on pourra lire mon *Essai sur l'Electricité des corps*; mes *Recherches sur les causes particulieres des Phénomenes électriques*; & sur-tout mes *Lettres sur l'Electricité*, où l'on trouvera les dernieres découvertes qui ont été faites dans cette partie de la Physique, leur appréciation, & les différentes opinions qu'elles ont fait naître.

FIN.

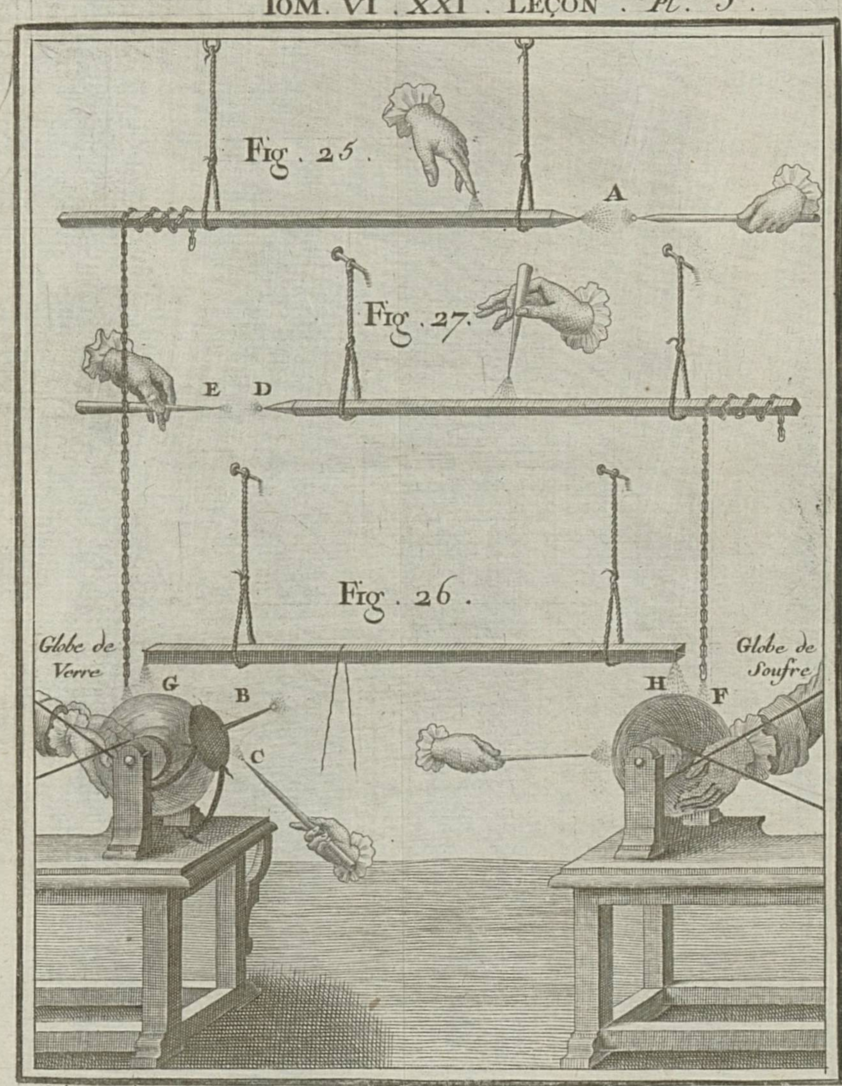
TABLE

TABLE
DES MATIERES
Contenues dans ce Volume.

XVIII. LEÇON.
Sur les mouvements des Astres, & sur les Phénomenes qui en résultent.

I. SECTION.
Dans laquelle on donne une idée générale des Phénomenes célestes, selon le systême de Copernic. 12.

TOM. VI . XXI . LEÇON . Pl. 3.



Gobin del. et Sculp.

XIX. LEÇON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

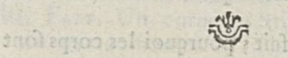


XX. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

I. SECTION,

II. SECTION,



XXI. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

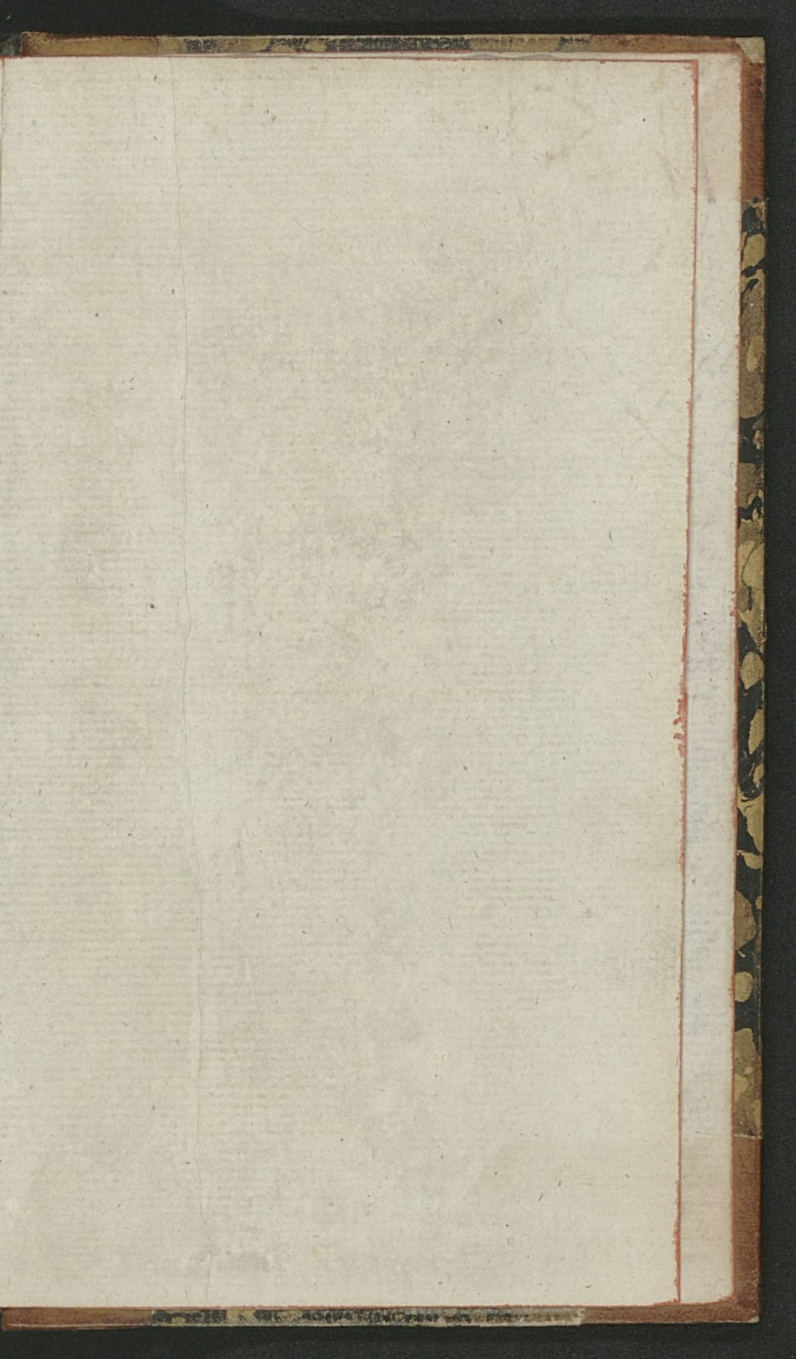
III. SECTION,

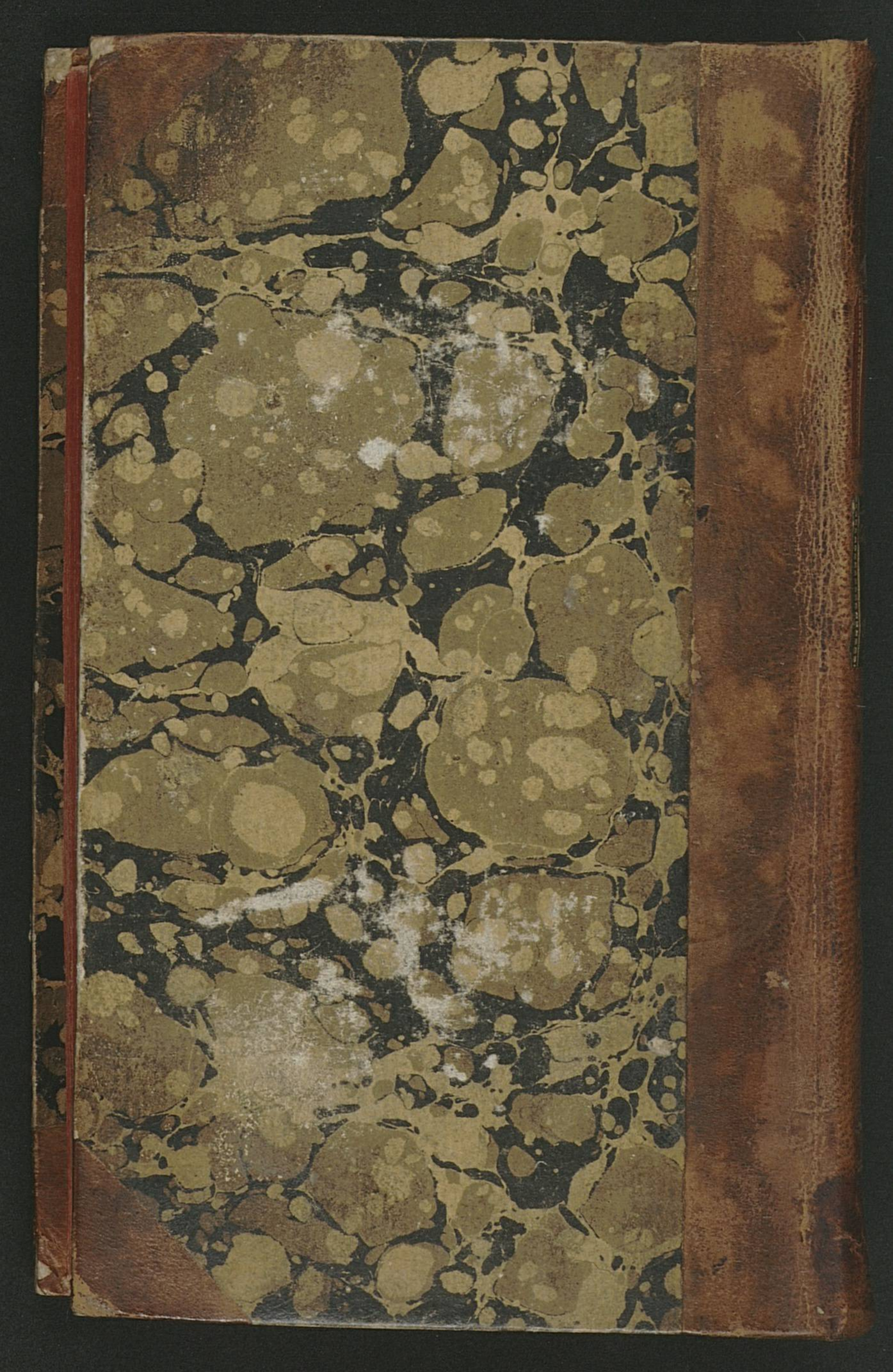
Sur la cause générale & immédiate des Phénomenes électriques.

Fin de la Table des Matieres du Tome sixieme.

ERRATA.

PAGE 24, *lig.* 10, triengle : *lisez* ; triangle.
Page 53, *lig.* 3, un: *lisez;* au.
Page 54, *lig.* 5, s'en éloigne : *lisez;* elle s'en éloigne.
Page 84, *dans le titre marginal*, la ſphere oblique ; *lisez* ; la ſphere droite.
Page 117, *lig.* 14, l'on place : *lisez;* l'on plaça.
Page 155, *lig.* 10, Graveſende, *lisez* ; sGraveſande.
Page 265, *lig.* 2, ſuſpendue : *lisez* ; ſuſpendu.
Page 364, *lig.* 16, continuent : *lisez* ; continue.
Page 391, *lig.* 21, ces parties : *lisez* ; ſes parties.
Page 428, *lig.* 19, propres: *lisez;* propre.
Page 476, *lig.* 9, mutuellement ; : *lisez;* mutuellement,
Ibid. lig. 10, à reſſort, : *lisez* ; à reſſort ;





PHYSIQUE
DE
NOLLET

TOM: VI



inches 4 3 2 1 0

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 centimeters

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 (A)	12	13	14	15
L*	39.12	65.43	49.87	44.26	55.56	70.82	63.51	39.92	52.24	97.06	92.02	87.34	82.14	72.06	62.15
a*	13.24	18.11	-4.34	-13.80	9.82	-33.43	34.26	11.81	48.55	-0.40	-0.60	-0.75	-1.06	-1.19	-1.07
b*	15.07	18.72	-22.29	22.85	-24.49	-0.35	59.60	-46.07	18.51	1.13	0.23	0.21	0.43	0.28	0.19
Density →										0.04	0.09	0.15	0.22	0.36	0.51

D50 Illuminant, 2 degree observer

Golden Thread

	16 (M)	17	18 (B)	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
L*	49.25	38.62	28.86	16.19	8.29	3.44	31.41	72.46	72.95	29.37	54.91	43.96	82.74	52.79	50.87
a*	-0.16	-0.18	0.54	-0.05	-0.81	-0.23	20.98	-24.45	16.83	13.06	-38.91	52.00	3.45	50.88	-27.17
b*	0.01	-0.04	0.60	0.73	0.19	0.49	-19.43	55.93	68.80	-49.49	30.77	30.01	81.29	-12.72	-29.46
Density	0.75	0.98	1.24	1.67	2.04	2.42									

Colors by Munsell Color Services Lab

Don Williams